



КОЛЬОРОВА МЕТАЛУРГІЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: лекції – 12 год; лабораторні заняття – 6 год; самостійна робота студентів – 102 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР як ДКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к. т. н., доцентка, Бірюкович Ліна Олегівна, linabiruk@ukr.net, 0501979102</i> Лабораторні: <i>ст. викладач, Руденький Сергій Олексійович, ruserq@ukr.net, 0955705585</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/1/c/MjMzMdC5NDMxODU0</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Відкриття людиною металів стало першою технічною революцією в людській цивілізації і призвело до суттєвих змін у її розвитку. І з тих часів потреба людства в металах, які є основою як старих, так і нових матеріалів, на властивості яких впливає технологія їх отримання та обробки, зростає із кожним роком. Металургія кольорових металів – це не тільки галузь промисловості, це також фундаментальна наука, яка дозволяє людству завдяки розробці нових технологій залучати до отримання металів, сплавів та виробів із них нові сировинні джерела.

Вивчатись в дисципліні будуть основні принципи та методи кольорової металургії, як галузі виробництва, метали та їх класифікація, основні металургійні процеси, докладно розглядатимуться технології отримання з руд кольорових металів, які є основними представниками груп промислової класифікації – важких (мідь, цинк, нікель, свинець), легких (алюміній, магній, титан), самородних (золото), рідкісних (вольфрам, молибден, ніобій, тантал, цирконій), починаючи від властивостей металів і рудної сировини і закінчуючи областями застосування чистих металів та сплавів на їх основі.

Набуті знання типових технологій виробництва та обробки матеріалів і виробів з них дозволять використовувати їх для аналізу процесів створення матеріалів та виробів з них.

120 годин обсягу дисципліни “Кольорова металургія” включають 12 годин лекційних занять, 6 годин лабораторних занять і 102 годин СРС.

Метою дисципліни є формування у студентів таких компетентностей, що поглиблюють фахові компетентності:

- Усвідомлення характеристик матеріалів, обладнання, процесів та продуктів кольорової металургії.
- Здатність обирати типові технології виробництва та обробки для отримання кольорових металів відповідної якості.

Предмет навчальної дисципліни “Кольорова металургія” – фізико-хімічні та технологічні умови отримання кольорових металів.

Програмні результати навчання:

- Розуміння широкого міждисциплінарного контексту кольорової металургії.
- Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, процесів та технологій кольорової металургії.
- Вміння обирати відповідне обладнання та методи, необхідні для металургійної переробки відповідної вихідної сировини

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни “Кольорова металургія”:

- Фізика
- Хімія
- Фізична хімія.
- Кристалографія, кристалохімія та мінералогія.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни “Кольорова металургія” необхідні для поглибленого вивчення таких нормативних дисциплін, як:

- Технології виробництва порошкових, композиційних та нанодисперсних матеріалів.
- Корозія та захист металів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Організація очного/дистанційного навчання.

Розділ 1. Загальні питання металургії кольорових металів.

Тема 1.1. Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.

Тема 1.2. Основні процеси в технології кольорових металів.

Тема 1.3. Методи збагачення.

Розділ 2. Металургія важких металів.

Тема 2.1. Металургія міді

Тема 2.2. Металургія нікелю.

Тема 2.3. Металургія свинцю.

Тема 2.4. Металургія цинку.

Тема 2.5. Металургія олова.

Розділ 3. Металургія легких металів.

Тема 3.1. Металургія алюмінію.

Тема 3.2. Металургія титану.

Тема 3.3. Металургія магнію.

Розділ 4. Металургія благородних металів.

Тема 4.1. Металургія золота.

Розділ 5. Металургія рідкісних металів.

Тема 5.1. Металургія вольфраму і молібдену.

Тема 5.2. Металургія ніобію і танталу.

Тема 5.3. Металургія цирконію.

Тема 5.4. Металургія ренію.

Тема 5.5. Металургія германію.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові:

1. Бірюкович Л. О. Кольорова металургія [Електронний ресурс]: презентації лекцій / Л. О. Бірюкович. – Електронні дані. – Київ, 2021. – Режим доступу: <https://classroom.google.com/u/1/w/MjMzMdC5NDMxODU0/tc/MjMzMdC5NDMxODYy>.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Кольорові метали та сплави” для студентів усіх форм навчання спеціальності 132 “Матеріалознавство” [Електронний ресурс] / уклад. : Л. О. Бірюкович. – Київ : НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, 2017. – 54 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/4b1de3f1-77ca-4cf8-827b-62962d0c71d2>.

Додаткові:

1. Металургія кольорових металів [Електронний ресурс] : підручник / В. І. Пожуєв, В. І. Іващенко, І. Ф. Червоний, В. П. Грицай ; під ред. докт. техн. наук, професора Червоного І. Ф. – Ч. 1. – Запоріжжя : ЗДІА, 2007. – 351 с. – Режим доступу : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2021/Chervonii_P1_2008_351.pdf.
2. Теоретичні основи процесів кольорової металургії [Текст] : підручник / Ігнат'єв В. С., Пожуєв В. І., Бредихін В. М. [та ін.] : за ред. Червоного І. Ф. ; Запоріж. держ. інж. акад. – Запоріжжя : ЗДІА, 2012. – 200 с.

Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і мережі Інтернет. Додаткові навчальні матеріали надаються для ознайомлення і глибшого розуміння предмету вивчення дисципліни.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

Розділ 1. Загальні питання металургії кольорових металів.

Заняття 1. Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація.

Предмет і зміст курсу “Кольорова металургія”. Задачі курсу, специфіка його вивчення і зв'язок з природничими та технічними дисциплінами. Роль кольорових металів у розвитку енергетики, аерокосмічної техніки, транспорту, радіоелектроніки тощо. Визначення металургії кольорових металів, як області науки та галузі промисловості. Класифікація кольорових металів, їх загальні властивості. Руди і концентрати кольорових металів, їх класифікація, вторинна сировина для одержання кольорових металів. Металургійне паливо, його класифікація і основні властивості.

Заняття 2. Продовження. Основні принципи та методи галузі. Метали та їх класифікація. Предмет і зміст курсу “Кольорова металургія”. Задачі курсу, специфіка його вивчення і зв’язок з природничими та технічними дисциплінами. Роль кольорових металів у розвитку енергетики, аерокосмічної техніки, транспорту, радіоелектроніки тощо. Визначення металургії кольорових металів, як області науки та галузі промисловості. Класифікація кольорових металів, їх загальні властивості. Руди і концентрати кольорових металів, їх класифікація, вторинна сировина для одержання кольорових металів. Металургійне паливо, його класифікація і основні властивості.

Тема 1.2. Основні процеси в технології кольорових металів.

Заняття 3. Основні процеси в технології кольорових металів. Визначення металургійного процесу, його операції і прийоми. Класифікація і характеристика основних піро- та гідрометалургійних процесів. Продукти металургійного виробництва.

Заняття 4. Продовження. Основні процеси в технології кольорових металів. Визначення металургійного процесу, його операції і прийоми. Класифікація і характеристика основних піро- та гідрометалургійних процесів. Продукти металургійного виробництва.

Тема 1.3. Методи збагачення

Заняття 5. Процеси розкриття і збагачення руд. Підготовчі операції. Заклучні операції. Основні процеси збагачення, їх класифікації та коротка характеристика. Продукти збагачення. Спеціальні методи збагачення.

Заняття 6. Продовження. Процеси розкриття і збагачення руд. Підготовчі операції. Заклучні операції. Основні процеси збагачення, їх класифікації та коротка характеристика. Продукти збагачення. Спеціальні методи збагачення.

5.2. Лабораторні заняття

Заняття 1. Вступ. Організація очного/дистанційного навчання. Проведення лекційних і лабораторних занять. Вимоги до протоколу лабораторних робіт. Рейтингова система оцінювання.

Заняття 2. Лабораторна робота №1. Окисний відпал сіркових сполук металів.

Заняття 3. Продовження. Лабораторна робота №1. Окисний відпал сіркових сполук металів.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (102 годин.) складається з:

- самостійне опрацювання лекцій – 60 год;

Розділ 2. Металургія важких металів.

Тема 2.1. Металургія міді

Загальні відомості про мідь, властивості міді та її застосування. Характеристика сировини для одержання міді, збагачення мідних руд методом флотації, механізм флотації і апаратурна схема методу флотації. Окисний впад сульфідної сировини, його механізм. Суть методу відпалювання в киплячому шарі та схема його механізму. Плавка на штейн у відбивних печах,

Кольорова металургія

продукти методу відбивної плавки. Плавка на штейн в шахтних печах. Конвертування мідних штейнів і його механізм. Вогневе рафінування міді та електролітичне рафінування міді. Сплави міді, латуні двохкомпонентні і багатокомпонентні, бронзи олов'яні, безолов'яні, міднонікелеві сплави.

Тема 2.2. Металургія нікелю.

Властивості нікелю і його застосування. Сировина для одержання нікелю, сучасний стан виробництва нікелю. Одержання вогневого нікелю із оксидних руд. Плавка та штейн, шахтна плавка, її основні процеси і механізм. Конвертування нікелевих штейнів, переробка нікелевого файнштейна на вогневий нікель, механізм окисного відпалювання файнштейна. Відновна електроплавка оксиду нікелю і її основні операції. Одержання нікелю ізсульфідно-нікелевих руд. Руднотермічна плавка, особливості механізму руднотермічної плавки. Конвертування мідно-нікелевих штейнів, розділення міді і нікелю флотаційним і карбонільним методами. Електролітичне рафінування нікелю, умови рафінування, роль борної кислоти, як буферної добавки електроліту. Роль катодних діафрагм, очищення аноліту від заліза, міді і кобальту. Сплави нікелю з хромом /ніхром/ і з міддю /гюнель/, їх застосування.

Тема 2.3. Металургія цинку.

Властивості цинку та його сплави. Сировина для отримання цинку та способи його переробки. Відпал цинкових концентратів. Вилуговування відпалених цинкових концентратів. Електролітичне осадження цинку з розчину.

Тема 2.4. Металургія свинцю.

Властивості свинцю і його застосування. Сировина для отримання свинцю і технології його отримання. Підготовка шихти до відновної шахтної плаки. Відновна шахтна плавка свинцевого агломерату. Пірометалургійне рафінування чорного свинцю. Електролітичне рафінування свинцю.

Тема 2.5. Металургія олова.

Властивості олова і його застосування. Сировина для отримання олова і технології його отримання. Технології переробки олов'яних розсипів та корінних руд. Методи виплавлення олова з сульфідних концентратів. Особливості підготовки шихти до шахтної плавки. Пірометалургійне рафінування чорного олова. Якісне рафінування олова. Електролітичне рафінування.

Розділ 3. Металургія легких металів.

Тема 3.1. Металургія алюмінію.

Роль алюмінію у суспільному виробництві. Фізичні і фізико-хімічні властивості алюмінію, його електрохімічна особливість. Хімічні властивості алюмінію. Сировина для одержання алюмінію і способи її переробки, технологічна схема переробки алюмінієвих руд. Виробництво глинозему за способом Байера і способом спікання. Одержання алюмінію електролізом криоліто-глиноземних розплавів. Рафінування алюмінію. Застосування алюмінію, алюмінієві сплави, деформовані

алюмінієві сплави, зміцнені і незміцнені алюмінієві сплави, литі алюмінієві сплави, їх застосування.

Тема 3.2. Металургія магнію.

Особливості магнію та його значення у суспільному виробництві, фізико-хімічні, хімічні і фізичні властивості магнію, його застосування. Сировина для одержання магнію і способи її переробки, пірометалургійна підготовка вихідної сировини. Отримання безводного хлориду магнію, варіанти хлорування магнієвмісних матеріалів. Електролітичне отримання магнію. Термічні методи отримання магнію: металотермічний, карбо- та вуглетермічний, сілікотермічний спосіб. Рафінування магнію.

Тема 3.3. Металургія титану.

Особливості титану та його значення у суспільному виробництві, фізико-хімічні, хімічні і фізичні властивості титану, його застосування. Сировина для одержання титану і способи її переробки, пірометалургійна підготовка вихідної сировини, відновна плавка і її особливості. Виробництво тетрахлориду титану, варіанти хлорування титановмісних матеріалів, очищення тетрахлориду титану ректифікацією. Металотермічне відновлення титану: магнійтермічний і натрійтермічні способи, відновлення діоксиду титану кальцієм і гідридом кальцію. Рафінування титану, йодидне рафінування. Виробництво компактного титану плавкою титану і способом порошкової металургії. Сплави титану і їх застосування.

Розділ 4. Металургія благородних металів.

Тема 4.1. Металургія золота.

Загальні відомості про благородні метали. Властивості золота, сировина для одержання золота і способи її переробки – гравітаційне збагачення, амальгамний метод і метод ціанування. Осадження золота із ціаністих розчинів. Афінаж благородних металів, сплави золота і їх застосування.

Тема 4.2. Металургія металів платинової групи.

Сировина для одержання металів платинової групи. Підготовчі та збагачувальні операції. Перероблення концентратів, що містять метали платинової групи. Витягування платинових металів з розсіпів. Отримання металів платинової групи в процесі мідно-нікелевого виробництва. Перероблення шламів. Застосування рідинної екстракції. Технології перероблення електронного лому для витігування дорогоцінних металів. Технології перероблення багатокомпонентного лому.

Розділ 5. Металургія рідкісних металів.

Тема 5.1. Металургія вольфраму і молібдену.

Загальні відомості про рідкісні метали. Загальні відомості про вольфрам та молібден, їх властивості і застосування. Сировина для одержання вольфраму і молібдену та методи її переробки. Основні стадії переробки вольфрамових концентратів. Переробка розчинів вольфрамату натрію на вольфрамовий ангідрид, технологічні схеми переробки. Окисний випал молібденових концентратів. Виробництво чистого триоксиду молібдену методом сублимації і гідрометалургійним методом. Виробництво металевого молібдену, апаратурне оформлення

Кольорова металургія

процесу відновлення MoO_3 . Виробництво порошків вольфраму і молібдену, отримання металів у компактному вигляді.

Тема 5.2. Металургія ніобію і танталу.

Металургія ніобію і танталу. Загальні відомості про тантал і ніобій, галузі застосування: електровакуумна техніка і електротехніка, хімічне машинобудування, виробництво жароміцних і твердих сплавів. Мінерали, руди і рудні концентрати для одержання танталу і ніобію. Способи переробки тантало-ніобієвих концентратів, переробка танталіта-колумбіта методом сплавлення з їдким натрієм, розкладенням плавиковою кислотою. Розділення танталу і ніобію методом дрібної кристалізації та іншими методами. Металотермічні способи одержання порошків танталу і ніобію /натрійтермічним методом/, електролізом, відновленням хлоридів. Виробництво компактних ковких тантала і ніобія методом порошкової металургії і плавкою в дузі і в електронному промені, регенерація металевих відходів танталу і ніобію.

Тема 5.3. Металургія цирконію.

Загальні відомості про цирконій, його властивості і області застосування. Сировина для одержання цирконію. Металургія цирконію України. Продукти переробки цирконієвих концентратів. Способи розкладання цирконієвих концентратів. Розкладання циркона сплавленням із їдким натром. Розкладання циркона спіканням з вапном. Виділення цирконію із солянокислих та сірчанокислих розчинів. Переробка циркона спіканням з фторосилікатом калію. Отримання циркона відновленням вугіллям з отриманням карбіта або карбонітрида. Виробництво чотирьоххлористого цирконію. Способи розділення цирконію і гафнію. Виробництво цирконію. Магнійтермічних способів відновлення хлориду цирконію. Відновлення фтороциконату калію натрієм. Відновлення двоокиса цирконія кальцієм і гідридом кальцію. Отримання цирконію електролізом. Спосіб термічної дисоціації (йодидний спосіб). Виробництво компактного цирконію.

Тема 5.4. Металургія ренію.

Властивості ренію і його застосування. Сировина для одержання ренію, сучасний стан виробництва ренію. Одержання вогневого ренію із оксидних руд. Технологія вилучення ренію із розчинів. Отримання перенату аммонію. Виробництво порошкового і компактного ренію.

Тема 5.5. Металургія германію.

Властивості германію і його застосування. Сировина для одержання германію, сучасний стан виробництва германію. Способи вилучення германію із різних видів сировини. Отримання германієвих концентратів. Виробництво діоксида германію високої чистоти. Отримання германію. Методи очищення германію. Отримання монокристалів германію.

- Підготовка до лабораторних робіт, обробка результатів, формулювання висновків та самостійне опрацювання лабораторних робіт – 26 год;

Лабораторна робота №2. Отримання металів відновленням їх оксидів.

Лабораторна робота №3. Отримання металів методом цементації.

Лабораторна робота №4. Визначення жаростійкості тугоплавких металів і їх сполук.

- виконання домашньої контрольних робіт – 10 год;
- підготовки до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять.

Відвідування лекційних занять є бажаним, що дозволить здобувачам не тільки опановувати теоретичні знання безпосередньо на лекції, але і задати викладачу питання, що виникають під час викладання матеріалу лекції, ознайомитись із зразками мінералів руд кольорових металів.

Відвідування лабораторних занять є обов'язковим.

Правила поведінки на заняттях.

На усіх заняттях, лекційних і лабораторних, вітається відключення звукових сигналів телефонів.

Під час проведення лабораторних робіт у очному режимі в лабораторії №022-9 корпусу здобувачі повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки.

Умовою допуску до виконання лабораторної роботи є наявність у здобувача написаного протоколу.

За дистанційної режиму навчання здобувачі отримують індивідуальний доступ до завдання для лабораторної роботи у Google Class Room "Кольорова металургія", куди ж завантажують оформлений протокол роботи для перевірки.

Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" відповідно до графіку перескладань оприлюдненому на сайті ІМЗ ім. Є. О. Патона.

Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»»

<https://kpi.ua/code> і «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/polityka-vykorystannia-shtuchnogo-intelektu_2023.pdf.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

8.1. Види контролю:

- Поточний контроль: лабораторні роботи, модульна контрольна робота (МКР);
- Календарний контроль: не проводиться.
- Семестровий контроль: залік

Кожний вид робіт оцінюється за 100-бальною шкалою. Семестрова оцінка формується як середня із суми оцінок за усі види робіт, що виконуються упродовж семестру:

$$O_{\text{семестр}} = \frac{O_{\text{ЛР}} + O_{\text{ДКР}}}{2}.$$

8.2. Критерії нарахування балів.

Лабораторні роботи.

До кожної лабораторної роботи здобувач повинен підготувати протокол, який складається із:

- номера;
- назви;
- мети;
- теоретичних відомостей щодо металургійних процесів;
- порядок виконання.

За дистанційного режиму навчання напередодні заняття здобувачі завантажують написаний від руки протокол до GoogleClassRoom для перевірки. На занятті студенти допускаються до тесту з теорії лабораторної роботи. Після чого викладач проводить презентацію online для ознайомлення здобувачів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи здобувачі отримують доступ до результатів дослідів, виконують необхідні розрахунки і оформляють протокол лабораторної роботи відповідно до вимог завдання та завантажують на перевірку до Google Class Room.

За очного і дистанційного режиму навчання кожна виконана і оформлена лабораторна робота оцінюється максимально у 100 балів за такими критеріями:

- підготовлений до лабораторної роботи протокол у відповідності до вимог – 10 балів;
- знання теорії лабораторної роботи – 30 балів;
- виконання лабораторної роботи, проведення розрахунків за результатами дослідів та їх обговорення – 50 балів;
- оформлення результатів відповідно до вимог і захист – 10 балів.

За відсутності протоколу оцінка знижується на 10 балів; якщо протокол не відповідає вимогам – 5 балів; за несамотійної роботи здобувача на лабораторному занятті – 5 балів.

Модульна контрольна роботи.

Модульна контрольна робота виконується за методикою домашньої контрольної роботи та полягає у описі технології отримання одного із кольорових металів. Приклади тем:

- Металургія літію.
- Металургія гафнію.
- Металургія свинцю.
- Металіргія кобальту.
- Металургія германію.
- Металургія ренію.

За очного режиму навчання МКР виконується від руки на аркушах формату А4, які скріплюються скобками.

За дистанційного режиму навчання МКР представляє собою документ MS Word збережений у форматі .pdf, що складається із фото написаної від руки роботи. Документ має верхній колонтитул, де зазначено Шифр групи, в якій навчається здобувач, Прізвище та ім'я здобувача і ДКР. З цих відомостей формується **назва файлу**, наприклад, **НН-351_Петренко_Сергій_ДКР**,

Кольорова металургія

який завантажується до дистанційного класу на перевірку. У нижньому колонтитулі проставляються сторінки

Структура МКР:

1. Титульна сторінка (Додаток А).
2. Зміст із вказаними сторінками.
3. Вступ.
4. Властивості металу (назва відповідного металу), технологія отримання якого описується у МКР.
5. Сировина для отримання металу.
6. Технологія отримання металу, яка обов'язково вміщує технологічну схему.
7. Найрозповсюдженіші сплави металу.
8. Області застосування металу та його сполук та сплавів.
9. Перелік джерел посилань, оформлений відповідно до ДСТУ 7.1:2006 (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/36882> Практика наукових досліджень. Курсова робота).

Позитивна оцінка за ДКР складає 60–100 балів.

Календарний контроль.

Не проводиться

Залік.

Умовою допуску до заліку є виконання лабораторної роботи та МКР.

Здобувачі, середня оцінка яких за завдання, що виконувались упродовж семестру склала не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Для підвищення рейтингової оцінки здобувач може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку **попередній рейтинг здобувача скасовується** і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

За очного режиму навчання залікова контрольна робота проводиться письмово. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.

Залікова контрольна робота складається із 5 питань, відповідно по одному питанню із кожного розділу.

За дистанційного режиму навчання ЗКР представляє собою тестові завдання у Google Form, що знаходяться у дистанційному класі. На проведення залікової контрольної роботи виділяється 2 академічні години часу.

Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Результати навчання за даною дисципліною здобуті у неформальній/інформальній освіті, зокрема із використанням відкритих навчальних он-лайн курсів (Prometeus, Coursera тощо), визнаються за умови одержання відповідних сертифікатів. При цьому може бути перерахований як освітній компонент повністю, так і його окремі складові (змістовні модулі, окремі теми, окремі практичні заняття). Можливість перерахування (відповідність змісту дисципліни) та обсяг навчальних годин визначається викладачем для кожного конкретного випадку і здійснюється за процедурою, яка відповідає "Положенню про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті".*
- *Здобувачі можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни.*
- *Перелік питань для залікової контрольної роботи в очному режимі навчання і приклади питань у дистанційному класі знаходяться у Додатку Б.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доценткою кафедри високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, к. т. н., доценткою, Бірюкович Ліною Олегівною

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол №8 від 18 лютого 2026 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол №2/26 від 20 лютого 2026 р.)

ДОДАТОК А
Титульна сторінка МКР

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання ім. Є. О. Патона
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії

ДОМАШНЯ КОНТРОЛЬНА РОБОТА
з дисципліни
Кольорова металургія
на тему
«Тема відповідно до завдання»

Виконав студент(ка) ... курсу, гр. ...
Прізвище, ім'я, по-батькові
Перевірив
Бірюкович Л. О.

ДОДАТОК Б
Питання для залікової контрольної роботи

1. Класифікація руд в залежності від присутніх металовмісних компонентів.
2. Класифікація руд за кількістю присутніх компонентів.
3. Металургія як галузь промисловості і область науки.
4. Основна кінцева мета металургійного виробництва та прийоми, за допомогою яких вона реалізується.
5. На які дві великі групи поділяються метали? Дати визначення.
6. Які процеси відносяться до пірометалургійним?
7. Які процеси відносяться до гідрометалургійним?
8. Види відпалів.
9. Види рудних плавков.
10. Види рафінувальних плавков.
11. Види гідрометалургійних процесів.
12. Шлаки рудних і руднотермічних плавков.
13. Класифікація металургійних газів.
14. Основні продукти процесів збагачення.
15. Дати визначення процесу збагачення і перелічити основні види.
16. З яких операцій складається процес збагачення?
17. Дати визначення процесу збагачення і перелічити основні види.
18. Класифікація металургійних пилів.
19. Цинк, його властивості, застосування, сировина та способи отримання цинку.
20. Відпал цинкових концентратів.
21. Вилуговування відпалених цинкових концентратів.
22. Електролітичне осадження цинку з цинкових розчинів.
23. Свинець, його властивості, застосування, сировина та способи отримання свинцю.
24. Підготовка шихти для шахтної плавки свинцевого агломерату.
25. Шахтна плавка свинцевого агломерату.
26. Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення міді, телуру, миш'яку, сурми та олова.
27. Способи рафінування чорного свинцю. Пірометалургійний спосіб видалення срібла, цинку, якісне рафінування.
28. Способи рафінування чорного свинцю. Гідрометалургійний метод рафінування свинцю.
29. Нікель, його властивості, застосування, сировина та способи отримання нікелю.
30. Сучасний стан металургії нікелю з окислених та сульфідних руд.
31. Відновно-сульфідуюча плавка окислених нікелевих руд.
32. Конвертування нікелевих штейнів відновно-сульфідуючої плавки окислених нікелевих руд.
33. Переробка нікелевих файнштейнів отриманих з окислених нікелевих руд на вогняний нікель.
34. Руднотермічна плавка сульфідних мідно-нікелевих руд.
35. Методи розділення нікелю та міді мідно-нікелевих файнштейнів. Отримання чорного нікелю з багатих нікелевих концентратів.
36. Електролітичне рафінування нікелю.
37. Мідь, її властивості, застосування, сировина та способи отримання міді.
38. Способи збагачення сульфідних мідних руд. Окисний випал мідних концентратів у киплячому шарі.

39. Шахтна плавка мідних концентратів.
40. Плавка у відбивних та електричних печах сирих мідних концентратів.
41. Плавка у відбивних та електричних печах випалених мідних концентратів.
42. Конвертування мідних штейнів.
43. Рафінування чорної міді.
44. Алюміній, його властивості та застосування. Сировина для отримання алюмінію та способи її переробки.
45. Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом Байєра.
46. Методи отримання глинозему. Виробництво глинозему методом спікання.
47. Електроліз кріоліт-глиноземного розплаву.
48. Рафінування алюмінію.
49. Магній, його властивості та застосування. Сировина для отримання магнію та способи її переробки.
50. Отримання безводного хлориду мангню.
51. Електролітичне отримання магнію.
52. Термічні способи отримання магнію.
53. Рафінування магнію.
54. Титан, його властивості та застосування. Сировина для отримання титану та способи її переробки.
55. Виробництво тетрахлориду титана.
56. Металотермічне відновлення титану.
57. Відновлення діоксиду титану.
58. Рафінування титану.

Приклад питань для залікової контрольної роботи у дистанційному класі

Переважаючим методом збагачують руди металів?

	флотация	гравітація	магнітна сепарація	електростатична сепарація	не збагачують
Сульфідні мідні руди	☐	☐	☐	☐	☐
Сульфідні цинкові руди	☐	☐	☐	☐	☐
Сульфідні нікелеві руди	☐	☐	☐	☐	☐
Окислені нікелеві руди	☐	☐	☐	☐	☐

Оберіть послідовність операцій у пірометалургійній технології отримання міді

	1	2	3	4	5	6
Електролітичне рафінування	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Переплавка	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Окисний випад	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Конвертування	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Вогняне	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Виберіть мету окисного випалу в пірометалургії міді

☐ розплавлення шихти (концентрату) з отриманням двох рідких продуктів

☐ максимально видалити з міді кисень, сірку, залізо, нікель, цинк, свинець, миш'як, сурму та розчинені гази

☐ попереднє часткове видалення сірки та переведення частини сульфідів заліза у форму оксидів, що шлакуються

☐ отримання чорної міді за рахунок окислення заліза та сірки і деяких супутніх компонентів

Виберіть мету вогняного рафінування в пірометалургії міді

☐ розплавлення шихти (концентрату) з отриманням двох рідких продуктів

☐ максимально видалити з міді кисень, сірку, залізо, нікель, цинк, свинець, миш'як, сурму та розчинені гази

☐ попереднє часткове видалення сірки та переведення частини сульфідів заліза у форму оксидів, що шлакуються

☐ отримання чорної міді за рахунок окислення заліза та сірки і деяких супутніх компонентів

Які цілі проведення окисного випалу у пірометалургії міді?

	так	ні
позбутися небажаного елемента сірки	☐	☐
переведення частини заліза у форму оксидів	☐	☐