

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
академік НАН України

Є.І. Кучук-Яценко
(ініціали, прізвище)
«06» липня 2020 р.

МЕТОДИ ОТРИМАННЯ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

4/П
(шифр за ОП)

**ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

рівень вищої освіти - доктор філософії з металургії
спеціальність - 136 – Металургія
освітня програма - Металургія

Затверджено на випускному
відділі за спеціальністю 136
«Металургія»
Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАН України
Протокол №1 від 3.07.2020 р.
Завідувач випускового відділу
чл.-кор. НАН України, проф.


В.О. Шаповалов

Київ – 2020 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Зав. відділу плазмово-шлакової металургії
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н., чл-кор., проф. Шаповалов Віктор Олександрович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Зав. відділу фізико-металургійні проблеми електрошлакових
технологій
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н., чл-кор., проф. Медовар Лев Борисович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Провідний науковий співробітник відділу плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н. Шейко Іван Васильович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Старший науковий співробітник відділу плазмово-шлакової металургії
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
к.т.н. Никитенко Юрій Олександрович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Вступ

Програму навчальної дисципліни «Методи отримання металів і сплавів»
(назва навчальної дисципліни)

складено відповідно до освітньої програми О НП 4/П,
ОПП/О НП, назва)

III рівня вищої освіти доктор філософії
(рівень вищої освіти)

спеціальності 136 – металургія
(код і назва спеціальності)

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки, шифр 4/П
(загальної / професійної підготовки)

Статус навчальної дисципліни вибіркова
(обов'язкова / вибіркова)

Обсяг навчальної дисципліни 6 кредитів ЄКТС.

Міждисциплінарні зв'язки “ Спеціальні металургійні технології ” – код 6/І;
“ Методи підвищення ефективності
металургійного виробництва ” – код 3/ІІ;

Дисципліна забезпечує виконання дисертаційної роботи доктора філософії з металургії.

1.1. Метою навчальної дисципліни є формування в аспірантів компетентностей:

–здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (ЗК 5);

–здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (ЗК 7);

–здатність планувати й організовувати роботу дослідницьких колективів щодо рішення наукових і науково-освітніх завдань (ЗК 10);

–здатність працювати в міжнародному контексті (ЗК 13);

–критичне осмислення наукових фактів, гіпотез, теорій у професійній діяльності в сфері металургії (ЗК 14)

–здатність ініціювати інноваційні комплексні проекти в металургії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації (код ФК 1);

–здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей (код ФК 2);

–здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних і спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК 5);

–здатність визначати і оцінювати актуальність наукового напрямку та практичне значення досліджень (код ФК 10);

–здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень у металургійній галузі знань для вирішення наукових і практичних проблем (код ФК 15);

–здатність проводити наукові дослідження новітніх технологій отримання металів і сплавів (код ФК 16);

–здатність проводити наукові дослідження з метою підвищення ефективності металургійного виробництва (код ФК 17).

1.2. Завдання навчальної дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

–передових концептуальних та методологічних знань з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницьких навичок для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень (код ЗН 1);

–новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі металургії та суміжних сферах (код ЗН 5);

–закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН 7);

–сучасної вітчизняної та зарубіжної науково-технічної інформації в професійній сфері діяльності (код ЗН 12);

–термодинаміки та кінетики металургійних процесів (код ЗН 15);

–методів моделювання та оптимізації технологічних процесів у металургії (код ЗН 20);

–новітніх методів отримання металів і сплавів (код ЗН 21);

–сучасних методів і засобів підвищення ефективності металургійного виробництва (код ЗН 22).

уміння:

–використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані (код УМ 2);

–розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії (код УМ 3);

–планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (код УМ 4);

–розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів (код УМ 5);

- застосовувати аналіз та синтез знань під час вирішення проблем у широкому контексті металургійних та міждисциплінарних задач за умов невизначеності чи неповної інформації (код УМ 7);
- планувати теоретичне та експериментальне дослідження, оцінювати, адаптувати та узагальнювати його результати (код УМ 9);
- організовувати спільну роботу з фахівцями з різних галузей в рамках наукових проектів (код УМ 12);
- проводити економічний аналіз витрат і результативності науково-дослідних робіт та проектів (код УМ 15);
- постійно удосконалювати свій загальний інтелектуальний та професійний рівень (код УМ 18);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ 19);
- розробляти нові методики досліджень у галузі металургії (код УМ 26);
- планувати і проводити аналітичні, імітаційні та експериментальні дослідження, критично оцінювати дані і робити висновки (код УМ 27);
- здійснювати математичне моделювання та оптимізацію технологічних процесів у в галузі металургія (код УМ 28);
- проводити наукові дослідження сучасних спеціальних металургійних технологій (код УМ 30);
- обирати, використовувати та вдосконалювати технології виробництва якісних легованих і спеціальних сталей (код УМ 31);
- обирати, використовувати та вдосконалювати методи і засоби підвищення ефективності металургійного виробництва (код УМ 33).

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитний модуль: «Методи отримання металів і сплавів».

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Семестри	Усього кредитів / годин	Розподіл навчального часу за видами занять			Семестрова атестація
			Лекції	Практичні заняття	СР аспіранта*	
Денна	4	6/180	18	18	144	Залік

* Розрахунок наведено в додатку А

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 4/II «Методи отримання металів і сплавів»

Зміст

Вступ.

Задачі і зміст курсу. Загальні положення. Короткий історичний аналіз розвитку методів отримання металів і сплавів в Україні й у світі. Металеві матеріали з особливими властивостями.

Розділ 1 Сировинні матеріали та їх підготовка до металургійної переробки.

Тема 1.1 Розповсюдженість хімічних елементів і природні сполуки металів. Розповсюдженість хімічних елементів у природі. Проблема збереження світових запасів металів, рециклінг. Мінерали, агломерати. Рудні мінерали та порожня порода. Галогенові, сульфатні, фосфатні, карбонатні, силікатні та алюмосилікатні, самородні руди.

Тема 1.2 Основи процесів збагачення та підготовка сировинних матеріалів до металургійної переробки. Гравітаційні і флотаційні методи. Магнітні методи. Спеціальні методи. Дроблення кускової руди. Подрібнення продуктів дроблення. Класифікація подрібненого матеріалу. Основи приготування шихти. Вимоги до підготовки шихти. Укрупнення дрібних матеріалів: обкатування, брикетування, агломерація, згущення.

Розділ 2 Металургійні процеси з використанням нагріву.

Тема 2.1 Основи окисного випалу. Печі окисного випалу. Сутність проведення окисного випалу. Інші види випалу.

Тема 2.2 Основи процесу плавки на штейн. Апаратурне оформлення плавки на штейн. Роль флюсів. Основні реакції плавки на штейн.

Тема 2.3 Феросплавні технології. Вуглецеві технології. Металотермічні технології. Отримання багатокomпонентних феросплавів.

Розділ 3 Хімічні основи металургійних процесів.

Тема 3.1 Пірометалургійні й гідрометалургійні методи переробки руд. Вибір відновлювача (вуглець, водень, кремній...). Металотермія. Вилуговування. Цементация.

Тема 3.2 Електрометалургійні і галогенові способи отримання металів. Порошкова металургія. Гідроелектрометалургія та електрометалургія розплавів. Електроліз алюмінію та магнію. Процес Кроля. Ректифікація сполук галогенів і металів. Відновлення титану лужними металами. Отримання металевого порошка і виготовлення з нього шихти. Формування і пресування штабиків. Спікання штабиків і оброблення виробів. Спікання плюс гаряче пресування.

Розділ 4 Рафінування металів.

Тема 4.1 Поняття чистоти матеріалів. Фізичні способи рафінування. Сирі або чорнові метали. Рафінування та афінаж. Ступені високої та напівпровідникової чистоти. Небажані домішки. Підгрунття фізичних способів рафінування. Електрометалургійні методи рафінування металів. Спосіб очищення із застосуванням фазових перетворень, направлена кристалізація. Методи дистиляції та сублімації.

Тема 4.2 Хімічні способи рафінування. Електролітичне рафінування. Рафінування методом термічної дисоціації. Іодидне рафінування. Субгалогенний метод очищення.

Розділ 5 Розчини в металевих системах.

Тема 5.1 Фізико-хімічний аналіз твердих розчинів. Види твердих розчинів. Термічний аналіз. Діаграми плавкості двокомпонентних металевих систем. Трикомпонентні системи.

Тема 5.2 Сплави. Сплави на основі чорних металів. Сплави на основі легких кольорових металів. Сплави на основі важких кольорових металів.

4. Рекомендований перелік практичних занять (комп'ютерних практикумів)

За час проведення практичних занять аспіранти виконують розрахунки, що доводять правомірність теоретичних відомостей, які наведені при вивченні окремих тем.

Практичне заняття № 1

Реакції металів з неметалами з урахування виходу продукту реакції в межах 70- 95 %.

Практичне заняття № 2

Розрахунки реакцій металів з водою, кислотами, лугами.

Практичне заняття № 3

Рівняння хімічних реакцій перетворення, наприклад $TiCl_4$ -Ti- сульфат титану.

Практичне заняття № 4

Розрахунки (оцінка можливості) взаємодії різних металів з солями, лугами, кислотами.

Практичне заняття № 5

Ідентифікація складу виробів з порошкових матеріалів.

Практичне заняття № 6

Окислювальне обпалювання. Рішення задач. Вихід продукту.

Практичне заняття № 7

Обчислення процесів електролітичного рафінування.

Практичне заняття № 8

Розв'язання задач на визначення температур перетворення, складу тощо для двокомпонентних систем. Робота з діаграмами.

Практичне заняття № 9

Визначення рівноваги з використанням просторових діаграм трикомпонентних систем сплавів.

5. Рекомендовані індивідуальні завдання

Самостійна робота аспірантів включає підготовку до лекцій, практичних робіт, модульної контрольної роботи та екзамену (див. Методичні вказівки до самостійної роботи). Розподілення часу на самостійну роботу наведено в додатку А.

6. Рекомендована література

6.1 Література базова:

1. Гуров А.А. Химия: теория и практика. Металлы и сплавы: учебник для вузов /А.А.Гуров, П.В. Слитников, Ж.Н.Медных; под ред. А.А. Гурова.- М.: Из-во МГТУ им. Н.Э.Баумана.- 2018.- 357с.
2. Колокольцев В.М. Основы металлургического производства: учебник / В.М. Колокольцев. М.: «Лань». – 2020. – 616 с.
3. Металургія сталі. Конвертерне виробництво: Теорія, технологія, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія. Підручник / О.Г. Величко, Б.М. Бойченко, П.С. Харлашин та інші. Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-вал». – 2015. – 434 с.
4. Волкотруб М.П. Процеси спеціальної електрометалургії: підручник / М.П. Волкотруб, Д.Ф. Чернега, В.Г. Могилатенко, В.О. Шаповалов; За ред. Б.Є. Патона. – К.: «Хімджест». – 2014. – 284 с.

6.2 Література допоміжна:

1. Патон Б.Е., Медовар Б.И. Электрошлаковый металл. – К.: Наукова думка. 1981. – 680с.
2. Патон Б.Е., Тригуб Н.П., Ахонин С.В., Жук Г. В. Электронно-лучевая плавка титана. – К.: Наукова думка. 2006. – 248с.
3. Патон Б.Е., Григоренко Г.М., Шейко И.В., Шаповалов В.А., Найдек В.Л., Костяков В.Н. Плазменные технологии и оборудование в металлургии и литейном производстве. – К.: Наукова думка. -2013. – 488с.
4. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов. — 6-изд., перераб. и доп./ В.Г.Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. — М.: Академкнига. -2005. — 768 с.
5. Дюдкин Д.А. Производство стали. Том 1. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки/ Д.А. Дюдкин, В.В.Кисиленко. - М.: Теплотехник, - 2008. — 528 с.
6. Еднерал Ф.И. Электрометаллургия стали и ферросплавов/ Ф.И. Еднерал. - М.: Металлургия. - 1977. - 488 с.

7. Засоби діагностики успішності навчання

Для поточного контролю успішності навчання рекомендується проведення чотирьох контрольних робіт – одна модульна контрольна робота розбивається на 4 контрольні роботи за окремими розділами (на контрольні роботи виносяться питання лекційного курсу, практичних робіт і СР аспірантів):

- Сировинні матеріали і їх підготовка до металургійної переробки. Металургійні процеси з використанням нагріву
- Хімічні основи металургійних процесів
- Рафінування металів
- Розчини в металевих системах

Підсумковий контроль результатів навчання з дисципліни проводиться у формі заліку.

Навчальна програма складена на основі ОНП підготовки докторів філософії спеціальності 136 – Металургія.

Програму розробили:

Зав. відділом

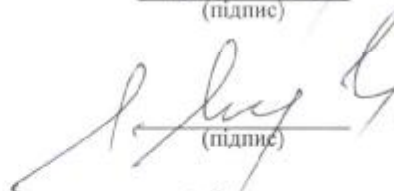
д.т.н. чл-кор., проф.


(підпис)

В.О. Шаповалов

Зав. відділом

д.т.н., проф.


(підпис)

Л.Б. Медовар

п.н.с. д.т.н.


(підпис)

І.В. Шейко

с.н.с. к.т.н.


(підпис)

Ю.О. Никитенко

Розрахунок часу на самостійну роботу

Час на самостійну роботу аспіранта складає

$$T_{\text{CPA}} = 1,0t_{\text{Л}} + 5t_{\text{ПЗ}} + 4\text{МКР} + \text{Залік} = \\ 1 \times 18 + 2 \times 18 + 4 \times 21 + 6 = 144$$

Примітка: Л – лекції; ПЗ – практичні заняття; МКР – модульні контрольні роботи; Залік.