



# ДЕГАЗАЦІЯ ТА РАФІНУВАННЯ РОЗСПЛАВІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>136 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Металургія</i>
Статус дисципліни	<i>За вибором</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, другий семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор Юрій Костецький Практичні: доктор технічних наук, професор Юрій Костецький;</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com">https://classroom.google.com</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

У металургійній практиці процеси обробки-рафінування розплавів є визначальними для досягнення заданих результатів виробництва. Заходи з рафінування металевих розплавів від небажаних домішок, розчинених газів та неметалевих включень є ключовою складовою будь-якої металургійної технології з виробництва металів і сплавів. Задовольнити вимогам і провести процеси рафінування ефективно можливо, тільки за умови розуміння особливостей поведінки компонентів за різних умов під час плавки. Ці закономірності допомагає розкрити теорія металургійних процесів, яка на основі положень фізичної хімії та термодинаміки дозволяє аналізувати найважливіші реакції та фазові переходи, що відбуваються під час плавки. Уміння визначати параметри процесів шляхом теоретичних розрахунків на підставі розуміння явищ, що складають сутність процесів рафінування, дає можливість вправно здійснювати та теоретично обґрунтовувати положення технології.

Навчальна дисципліна «Теорія рафінування металів і сплавів» відноситься до дисциплін за вибором (сертифікатна програма). У сукупності з дисципліною «Технологічні особливості процесів спеціальної металургії», вона закликає сформувати фаховий базис знань зі спеціальної металургії та підсилити фахову підготовку за спеціальністю «Металургія».

Набуті в процесі вивчення курсу знання і вміння використовуються під час реалізації завдань наукової складової освітньої програми.

**Метою вивчення** дисципліни є поглиблення знань щодо сучасних уявлень і методів теоретичного опису процесів рафінування металів і сплавів, закономірностей та механізмів їх перебігу, закономірностей поведінки окремих компонентів під час рафінування металів і сплавів різними методами.

**Предмет дисципліни:** теоретичні закономірності та механізми процесів, що відбуваються під час процесів плавки та рафінування металів і сплавів.

### **Компетентності**

Здатність обирати основні і допоміжні матеріали та здійснювати керування технологічними процесами спеціальної металургії з метою отримання продукції заданої якості

Здатність обирати необхідну технологію спеціальної металургії та її параметри з метою отримання металургійної продукції з заданими споживчими властивостями

Здатність проводити експериментальні дослідження процесів спеціальної металургії, обробляти результати досліджень та аналізувати їх

### **Програмні результати навчання:**

Вміння здійснювати металургійні технологічні процеси, які відбуваються в агрегатах спеціальної металургії та способів керування ними;

Вміння керувати факторами, які впливають на процеси спеціальної металургії та отримання якісної продукції;

Вміння визначати хімічний склад шихтових матеріалів з метою отримання якісної металургійної продукції;

Вміння визначати дефекти і способи їх усунення;

Вміння визначати властивості новітніх конструкційних матеріалів та сучасних технологій виготовлення із них виробів;

Вміння удосконалювати та оптимізувати технологічні процеси з метою покращення їх техніко-економічних показників;

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

Вивчення дисципліни базується на знанні основних законів хімії, фізичної хімії, фізики, основних положень технології виробництва металів і сплавів, умінні використовувати відповідні методи фізично-хімії та обчислювальної техніки для розв'язання теоретичних завдань з опису поведінки металургійних систем і процесів.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Навчальний матеріал дисципліни охоплює комплекс питань з теоретичних основ технологій рафінування металів і сплавів, що реалізуються під час виплавки, позапічної обробки та в переплавних процесах. Зокрема розглядаються сучасні методи теоретичного опису фізико-хімічних процесів і явищ, які мають місце під час рафінування металевих розплавів, питання термодинаміки та кінетики процесів рафінування від небажаних домішок, розчинених газів та неметалевих включень, закономірності поведінки окремих компонентів в системі метал-шлак-газ під час рафінування металів і сплавів різними методами, вплив фізико-хімічних параметрів системи на перебіг процесів рафінування, методики розрахунку основних технологічних параметрів процесів рафінування.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

**Базова література**

1. Гришин О.М. Фізико-хімія рафінування металів: Навчальний посібник / Дніпро: НМетАУ, 2016. – 129 с.
2. Фізикохімія металургійних систем і процесів: Підручник/ В.Я.Шурхал, В.К.Ларін, Д.Ф.Чернега та ін. – К.: Вища школа, 2000. – 407с.: іл.
3. Зборщик О.М. Фізико-хімічні процеси позаагрегатного рафінування металу: Навчальний посібник – Донецьк: ДонНТУ, 2001. – 154 с.
4. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський та ін.; За ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. – К.: Вища шк., 2006.-503с.

### Допоміжна література

1. Ghosh A. Secondary Steelmaking: Principles and Applications. – CRC Press LLC - 2001 г. - 308 с.- ISBN 0-8493-0264-1
2. Смирнов А.Н., Зборщик А.М. Внепечное рафинирование чугуна и стали: Учебное пособие. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. – 186 с.
3. Fundamentals of Metallurgy: Editor Seshadri Seetharaman. – Woodhead Publishing, 2005. – 574 p. ISBN 9781855739277  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781855739277500170>)
4. Stolte G. Secondary Metallurgy (Fundamentals, Processes, Applications). – Verlag Stahleisen GmbH, Dusseldorf, 2002. – 216 p.
5. Производство стали на агрегате ковш-печь / Дюдкин Д.А., Бать С.Ю., Гринберг С.Е, Маринцев С.Н. Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Дюдкина Д.А. – Донецк: ОАО «Юго-Восток, Лтд», 2003. – 300 с.
6. Современное состояние и тенденции развития ковшовой металлургии / Р.Фандрих, Б.Кляйнт, Х.Либиг, Т.Пипер, Ф.Трепшу, В.Урбан//Черные металлы. – 12. – 2011. – С.40-48.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Теоретичний матеріал курсу викладається на лекціях. Файли, що містять навчальні матеріали до теми лекції та рекомендації до його вивчення, надаються слухачам після кожного заняття через сервіс Classroom.

#### Тематика лекційних занять

1. Загальна характеристика процесів рафінування металів і сплавів (2 години)
2. Методи теоретичного опису поведінки металургійних систем (4 години)
3. Опис розподілу домішок між фазами в системі «метал-шлак-газ» (4 години)
4. Термодинамічні закономірності окисно-відновного рафінування (4 години)
5. Кінетичні закономірності процесів рафінування металевих розплавів (4 години)
6. Особливості рафінування високолегованих сталей і сплавів (4 години)
7. Теоретичні основи рафінування металів від розчинених газів. Рафінування в вакуумі. (4 години)
8. Рафінування металевих розплавів від неметалевих включень (4 години)
9. Особливості рафінування металів при переплавних процесах (4 години)
10. Основи ліквідаційних і кристалізаційних методів рафінування (2 години)

Практичні заняття присвячені теоретичним розрахункам поведінки металургійних процесів і систем під час рафінування. Під час практичних занять на конкретних прикладах розглядаються методики розв'язання практичних задач та обговорюються особливості практичного застосування розглянутих

на лекціях теоретичних положень. Для розв'язання задач і візуалізації даних розрахунку передбачається використання комп'ютера, зокрема програми MS Excel.

### **Тематика практичних занять**

1. Розрахунки процесу десульфурзації сталі шлаком (2 години)
2. Вплив окислення системи на ступінь рафінування сталі шлаком (2 години)
3. Кінетичні закономірності процесу рафінування рідкого металу шлаком (2 години)
4. Окиснювальна дефосфорація під час виплавки сталі (2 години)
5. Розрахунки розподілу хрому і мангану між металом і шлаком в різних умовах плавки (2 години)
6. Розрахунок розподілу домішки між металом і шлаком з використанням теорії, яка розглядає шлак як фазу з колективізованими електронами (2 години)
7. Розрахунки процесів видалення розчинених газів з металевого розплаву (2 години)
8. Розрахунки утворення та дисоціації неметалевих включень під час плавки (2 години)
9. Видалення неметалевих включень з рідкого металу (2 години)

### **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студента (загальна тривалість 66 годин) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для усвідомлення та розширення розуміння навчального матеріалу лекційних тем – у розрахунку 1,5 години на 1 годину лекційного заняття = 54 години;
- підготовці до практичних занять та самостійному виконанні розрахункових завдань, – у розрахунку 0,5 години на 1 годину виконання практичного заняття = 9 годин;
- підготовці до МКР та підсумкової атестації – заліку (3 годин).

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Відвідування лекційних занять є вільним. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається навчальний матеріал, необхідний для поглиблення знань та виконання завдань під час практичних занять.

Безпосередньо за відвідування практичних занять студенти не отримують бали. Рейтинг студента формує активна участь у роботі на практичних заняттях й підготовленість до них, а також виконання завдань протягом заняття.

Пропуск практичного заняття не дає можливості студенту отримати бали у семестровий рейтинг. Проте кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини (лікарняний, офіційний дозвіл деканату) заняття за рахунок самостійної роботи та під час консультацій, передбачених навчальним навантаженням викладача.

Політика дедлайнів та перескладань: захист практичних робіт – під час наступних занять, або на консультаціях; МКР переписують на консультаціях; залік, як форма підсумкового контролю відбувається на останньому практичному занятті; перескладання заліку здійснюється в додаткову сесію, відповідно до графіку перескладань;

Політика щодо академічної доброчесності згідно:

- Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>);

- Положення про систему запобігання академічному плагіату ([https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen\\_pro\\_plagiat.pdf](https://osvita.kpi.ua/sites/default/files/downloads/Pologen_pro_plagiat.pdf)).

інші вимоги: Правила внутрішнього розпорядку в студентських гуртожитках НТУУ "КПІ" (<https://kpi.ua/admin-rule-hostel>) та нормативні документи Університету (<https://kpi.ua/web-document>): виконання вимог техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт; дотримання правил внутрішнього розпорядку.

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи	
	кредити	академічних годин	Лекції	Практичні заняття	СРС	МКР	Семестрова атестація
1	5	150	36	18	96	1	екзамен

**Календарний контроль:** провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу у формі контрольних робіт.

**Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг більше 60 балів та виконані обидві контрольні роботи з оцінкою не менше 14 балів кожна.

Рейтинг з дисципліни складається з балів, які аспірант отримує за:

- виконання завдань на практичних заняттях;
- виконання двох контрольних робіт на базі 1 модульної контрольної роботи;

### Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

#### Практичні заняття

**Ваговий бал – 6.** Максимальна кількість балів за всі заняття складає  $6 \cdot 9 = 54$  бали.

Критерії оцінювання:

6 балів нараховується за повне і правильне виконання розрахунків.

3 бали за неповністю виконане, або виконання розрахунків з несуттєвими помилками.

0 балів за невиконання або загалом неправильне виконання розрахунків.

#### Модульний контроль

**Ваговий бал – 23.** Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює  $2 \cdot 23 = 46$ . Контрольна робота складається з 3 питань, що максимально оцінюються по 7 балів для 2-х теоретичних питань і 9 балів для розрахункового.

Загалом за кожну контрольну роботу студент отримує:

«відмінно» – 23...21 балів;

«добре» – 20...17 балів;

«задовільно» – 16...14 балів;

«незадовільно» – 14 та менше балів.

**Розрахунок шкали (R) рейтингу:**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 6 \cdot 9 + 2 \cdot 23 = 54 + 46 = 100 \text{ балів}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено професор, доктор технічних наук, доцент, Костецький Юрій Віталійович

Ухвалено кафедрою ЛВ (протокол № 12 від 26.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 12/24 від 28 червня 2024 р.)