



ТЕРМОДИНАМІКА КОНДЕНСОВАНОГО СТАНУ

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</i>
Статус дисципліни	<i>Вибырковаа</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/120 годин: 36 год лекції, 36 год практичні заняття, 48 год самостійна робота студента</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>доктор хімічних наук, професор, академік НАНУ Туркевич Володимир Зіновійович, e-mail: Vladimir.turkevich@gmail.com</i> Практичні заняття: <i>доктор хімічних наук, професор, академік НАНУ Туркевич Володимир Зіновійович, e-mail: Vladimir.turkevich@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Курс лекцій розміщений на сайті кафедри https://iff.kpi.ua/kafedra-vysokotemperaturnykh-materialiv-ta-poroshkovoi-metalurhii-vtmpm#</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Описнавчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Завдання учбової дисципліни. Освоїти сучасні уявлення щодо термодинамічних процесів, що відбуваються при синтезі надтвердих матеріалів.

Мета викладання дисципліни – вивчення термодинаміки, кінетики, процесів масоперенесення і структуроутворення матеріалів на основі алмазу, кубічного нітриду бору, карбідів, бориду і нітриду, встановлення закономірностей кристалізації, твердофазного, рідкофазного і конверсійного спікання матеріалів при високих тисках.

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

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення дисципліни “Термодинаміка конденсованого стану”:

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

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Термодинаміка конденсованого стану» необхідні для поглибленого вивчення таких нормативних дисциплін:

- Фізика конденсованого стану матеріалів
- Матеріалознавство тугоплавких матеріалів
- Теорія та технологія процесів консолідації дисперсних матеріалів
- Корозія та захист металів.

А також під час дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва змістовних модулів і тем	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	само- стійна робота
Модуль 1			
Змістовний модуль 1. Загальні уявлення про хімічну термодинаміку			
Тема 1. Завдання термодинаміки. Технічна і хімічна термодинаміка	6	2	4
Тема 2. Перше начало термодинаміки. Ентальпія. Термохімія. Закони Гесса і Кірхгофа	6	2	4
Тема 3. Друге начало термодинаміки. Ентропія. Теорема Нернста	6	2	4
Тема 4. Термодинамічні параметри і види термодинамічних процесів. Термодинамічні функції. Взаємозв'язок між термодинамічними функціями і їх природними змінними. Зміна енергії Гіббса і енергії Гельмгольца при протіканні процесу	12	4	8
Тема 5. Термодинамічні функції в теорії розчинів. Закони Генрі і Рауля. Надлишкові величини в теорії розчинів (фугитивність, активність)	6	2	4
Тема 6. Вільна і внутрішня енергії. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.	6	2	4
Змістовний модуль 2. Методи визначення термодинамічних і теплофізичних характеристик матеріалів			
Тема 7. Термічний аналіз	6	2	4
Тема 8. Калориметрія	6	2	4
Змістовний модуль 3. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги			
Тема 9. Термодинамічна рівновага. Термодинамічні і хімічні потенціали та їх застосування у вченні про рівновагу в гомогенних і гетерогенних системах	6	2	4
Тема 10. Загальні властивості гомогенних систем. Термодинамічна класифікація гомогенних рідких систем. Ідеальні розчини. Регулярні розчини. Ідеально-асоційовані розчини. Термодинамічна класифікація гомогенних твердих систем. Розчини заміщення та проникнення. Термодинамічні моделі для опису різних типів розчинів. Загальні властивості діаграм гомогенних систем.	6	2	4
Тема 11. Хімічна термодинаміка гетерогенних систем. Принцип рівноваги Гіббса. Класифікація різних типів рівноваги. Умови рівноваги гетерогенних систем. Правило фаз Гіббса. Основні поняття. Аналіз правила фаз. Закон діючих мас	12	4	8
Тема 12. Побудова діаграм стану однокомпонентних систем методом геометричної термодинаміки. Основні положення вчення про фазові переходи першого і другого роду. Рівноважні p-T діаграми вуглецю і нітриду бору	6	2	4
Тема 13. Діаграми стану подвійних систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому та твердому станах. Термодинамічний вивід діаграм стану. Вигляд діаграми при наявності поліморфізму чистих компонентів. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану подвійних систем 3-d перехідних металів під атмосферним та високим тиском	6	2	4
Змістовний модуль 4. Методи визначення термодинамічних і теплофізичних характеристик			

матеріалів			
Тема 14. Метод електрорушійних сил. Метод вимірювання парціального тиску газової фази	6	2	4
Тема 15. Методи та апарати для створення високого тиску. Методи досліджень фазових перетворень під високим тиском. Термічний аналіз під високим тиском	6	2	4
Тема 16. Використання синхротронного випромінювання для досліджень під високим тиском	6	2	4
Змістовний модуль 5. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги			
Тема 17. Діаграми стану подвійних систем з необмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані і обмеженою розчинністю в твердому стані. Термодинамічний вивід діаграми стану з евтектичною рівновагою та перитектичною рівновагою. Трикутник Таммана. Вигляд діаграми при наявності поліморфізму чистих компонентів. Нерівноважна кристалізація системи. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану систем Ni-C та Co-C під атмосферним та високим тиском. Система аміак-нітрид бору під високим тиском	6	2	4
Тема 18. Діаграми стану подвійних систем з обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані. Термодинамічний вивід кривої розшарування. Кристалізація з двох рідких фаз. Монотектична рівновага. Випадки повної відсутності розчинності як в твердому, так і в рідкому стані. Діаграми стану подвійних систем з хімічними сполуками. Їх термодинамічний вивід. Конгруентна та інконгруентна кристалізація. Синтектична рівновага. Системи з утворенням сполук в області твердих розчинів. Дальтонідні та бертолідні фази. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану систем Fe-C, Mn-C під атмосферним та високим тиском. Система нітрид літію-нітрид бору під високим тиском	6	2	4
Тема 19. Системи простого евтектичного типу. Системи з хімічними сполуками, що плавляться конгруентно та інконгруентно	6	2	4
Тема 20. Системи з твердими розчинами без утворення хімічних сполук. Результати експериментальних досліджень та термодинамічних розрахунків діаграм стану потрійних систем Fe-Ni-C, Fe-Co-C, Mn-Ni-C під атмосферним та високим тиском	12	4	8
Тема 21. Системи з обмеженою розчинністю в рідкому стані. Поліморфні перетворення в потрійних системах	6	2	4
Тема 22. Загальні уявлення про діаграми стану четвертих систем	6	2	4
Разом	150	50	100

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові:

1. Туркевич В.З. Хімічна термодинаміка та фазові рівноваги в системах з вуглецем і нітридом бору. Навчальний посібник. – К.: Київський ВГЦ Університет, 2004, 86 с.
2. Лавриненко В.И., Солод В.Ю. Инструменты из сверхтвердых материалов в технологиях абразивной и физико-технической обработки. – Каменское: ДГТУ, 2016. – 529 с.

Додаткові:

3. Инструментальные материалы: свойства и упрочнение / С.С. Самогунин, В.К. Лещинский, В.А. Мазур, Ю.С. Самогунина. – Мариуполь: ПГТУ, 2013. – 430 с.

2. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Подобщей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 1:
3. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Подобщей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 2:
4. Сверхтвердые материалы. Получение и применение / Подобщей ред. Н.В. Новикова. В 6-ти т. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2006. Т. 3:
5. Залога В.О., Гончаров В.Д., Залога О.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні. – Суми: СумДУ, 2013. – 371 с.
6. Инструменты из сверхтвердых материалов / Под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – М: Машиностроение, 2014. – 608 с.
7. Твердыесплавы в процессах механической обработки / Под ред. Н.В. Новикова, С.А. Клименко. – К: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2015. – 368 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

17 лекцій по 2 години.

8 практичних занять по 2 години, в тому числі зі застосуванням комп'ютерної техніки та ліцензійного програмного забезпечення.

6. Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота студента (48 годин.) складається з:

- підготовки до лекцій – 18 год;
- підготовки до практичних робіт – 14 год;
- підготовка ДКР – 6 год;
- підготовки до МКР – 4 год;
- підготовки до заліку – 6 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- відвідування занять (як лекцій, так і практичних) є обов'язковим;
- на заняттях забороняються розмови по мобільних телефонах але засоби зв'язку можуть бути використані для пошуку інформації;
- реферати можуть надаватися в електронному вигляді і будуть оцінені online;
- відповідність вимогамакадемічної доброчесності є обов'язковим;

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

- Поточний контроль: лабораторні роботи, МКР, ДКР.
- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- 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. *Умови допуску до семестрового контролю:* Умовою допуску до заліку є виконання усіх лабораторних робіт на 60–100 балів, написання модульної контрольної роботи на 60–100 балів та ДКР на 60–100 балів. Студенти, 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 студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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".

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д. х. н., професором, академіком НАН України Туркевичем Володимиром Зіновійовичем

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 9 від 14 лютого 2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О. Патона (протокол № 6/25 від 19 лютого 2025 р.)