

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

НУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Кафедра фізичного матеріалознавства



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

В.Г. Прушківський

” 09 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФАЗОВІ РІВНОВАГИ

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність (напрямок підготовки) **132«Матеріалознавство»**

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) **«Прикладне матеріалознавство»,
«Термічна обробка металів», «Композиційні та порошкові
матеріали, покриття»**

(назва спеціалізації)

інститут, факультет **фізико-технічний, інженерно-фізичний**

(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма з дисципліни «Фазові рівноваги» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство», освітня програма «Прикладне матеріалознавство», «Термічна обробка металів», «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»

„___” _____, 2019 року – 16 с.

Розробники: Степанова Л.П., к.т.н., доцент, Лисиця О.В., старший викладач

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізичного матеріалознавства

Протокол від “ 09 ” 09 2019 року, протокол № 1

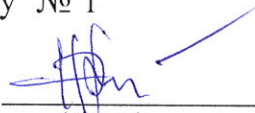
Завідувач кафедри фізичного матеріалознавства

“ ___ ” _____ 2019 року

(підпис) (Ольшанецький В.Ю.)
(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету (інституту) за напрямом підготовки (спеціальністю) 132 «Матеріалознавство»
(код, назва)

Протокол від “ 17 ” 09 _____ 2019 року № 1

“ ___ ” _____ 2019 року Голова 
(підпис) (Климов О.В.)
(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

« ___ » _____ 20 _____ року Керівник групи _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Спеціальність (напрямок підготовки) <u>132«Матеріалознавство»</u> (код і назва)		
Модулів – 1	Спеціалізація «Прикладне матеріалознавство», «Термічна обробка металів», «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» (код і назва)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання -відсутнє		Семестр	
Загальна кількість годин - 180		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 9	Освітній ступінь: бакалавр	Лекції	
		28 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		124 год.	168 год.
Індивідуальні завдання: курсова робота			
Вид контролю: залік			

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –20% на 80%

для заочної форми навчання –8% на92%

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: опанування студентами знань та придбання навичок визначення структури сплавів та властивостей відповідно до діаграми стану; освоєння умов фазових перетворень і процесів структуроутворення в сплавах при нагріванні та охолодженні в подвійних та потрійних системах.

Завдання: розвинення знань та практичних навичок студентів у визначенні характеру фазових перетворень, зміни в структурі сплавів при нагріванні та охолодженні та прогнозування властивостей сплавів системи в рівноважному стані.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен засвоїти:

загальні компетентності: здатність до системного мислення, аналізу та синтезу КЗ.01; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми КЗ.04; здатність використання інформаційних та комунікаційних технологій КЗ.07; здатність до адаптації та дії в новій ситуації КЗ.06; здатність працювати автономно КЗ.10; здатність працювати самостійно КЗ.11; здатність спілкуватися іноземною мовою КЗ.09;

фахові компетентності: здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства КС.03; здатність працювати в групі над великими інженерними проектами у сфері матеріалознавства КС.04.; здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем КС.05; здатність використовувати практичні інженерні навички при вирішенні професійних завдань КС.06.; здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства КС.07; здатність застосовувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів у професійній діяльності КС.08; здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем КС.09.

Очікувані програмні результати навчання: ПРН 2 знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми; ПРН 9 уміти експериментувати та аналізувати дані; ПРН 10 уміти поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання; ПРН 14 описувати будову металевих, неметалевих, композиційних та функціональних матеріалів, методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення; ПРН 15 використовувати експериментальні методи дослідження структурних, фізико-механічних, електрофізичних, магнітних, оптичних і технологічних властивостей матеріалів.

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Побудова діаграм стану подвійних систем.

Вступ (предмет, задачі, та зміст дисципліни). Основні поняття і терміни: система, фаза, компонент, структурна складова, ступінь свободи. Поняття стабільної і метастабільної рівноваги у системах. Фази в металевих системах, їх характеристики. Тверді розчини заміщення, впровадження та вилучення. Поняття розчинності. Упорядковані тверді розчини. Хімічні сполуки. Загальна характеристика фаз. Способи зображення діаграм стану. Координатні осі діаграми стану. Побудова діаграм стану за допомогою термічного методу. Поняття критичних точок.

Тема 2. Діаграми стану з необмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.

Умови утворення діаграм стану із безперервними твердими розчинами. Правило відрізків і концентрацій або правило важеля. Кристалізація і структура сплавів. Правило фаз Гібса. Види рівноваг в подвійних системах. Побудова кривих охолодження за допомогою правила фаз. Темп кристалізації. Нерівноважна кристалізація. Поняття нерівноважного солідусу. Діаграми стану із різною схильністю до ліквідації. Діаграми стану з точками екстремуму на кривих солідусу і ліквідусу. Система з бінодальною кривою (купол розшарування за концентрацією). Поняття розпаду твердого розчину. Діаграми стану з упорядкованими твердими розчинами. Кристалізація і структура сплавів.

Тема 3. Діаграми стану з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.

Умови утворення обмежених твердих розчинів на основі компонентів. Діаграма стану з евтектичною рівновагою. Кристалізація і структура сплавів. Механізм кристалізації і структура евтектики. Поняття фазової суміші. Криві охолодження типових сплавів. Умова нонваріантної рівноваги. Діаграма стану із змінною взаємною розчинністю компонентів. Крива сольвусу. Поняття вторинної кристалізації. Класифікація сплавів за структурою, Кількісний аналіз: визначення кількості евтектики в типових сплавах. Діаграма стану з майже відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані. Вироджена евтектика. Структура евтектичних сплавів. Трикутник Тамана. Діаграма стану з ретроградним солідусом. Діаграма стану системи з перитектичною рівновагою. Механізм перитектичного перетворення. Кристалізація і структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів. Вироджена перитектика.

Тема 4. Діаграми стану систем з проміжними фазами.

Тема 5. Діаграми стану систем з поліморфними модифікаціями компонентів.

Поняття поліморфізму. Діаграми стану із ізоморфними модифікаціями високотемпературної та низькотемпературною модифікаціями другого компонента. Поняття α - і β -стабілізаторів. Діаграма стану з евтектоїдною

рівновагою. Фазові перетворення і структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів. Діаграма стану системи з поліморфним компонентом і відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані. Діаграма стану, коли один із компонентів має три інтервали існування поліморфних модифікацій (типу Fe-Cr). Діаграма стану з евтектоїдною рівновагою. Фазові перетворення і кристалізація сплавів системи. Діаграми стану систем з метатектичною та монотектоїдною рівновагами. Кристалізація і структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів.

Тема 6. Діаграми стану з обмеженою розчинністю у рідкому стані.

Діаграма стану з обмеженою розчинністю компонентів у всьому інтервалі концентрацій сплавів. Діаграми стану з метатектичною та монотектоїдною рівновагами.

Змістовий модуль 2. Діаграми стану потрійних систем.

Тема 1. Геометричні основи зображення діаграм стану потрійних систем.

Концентраційний трикутник і його властивості. Правило фаз. Правило відрізків у потрійній системі для двофазних сплавів. Правило центру маси конодного трикутника.

Тема 2. Діаграма стану системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і у твердому стані.

Умови кристалізації потрійних сплавів. Структура і фазові перетворення. Кількісний аналіз структурних складових. Ізотермічні і політермічні перерізи. Можливості аналізу фазових перетворень в сплавах при користуванні перерізами.

Тема 3. Діаграма стану системи з відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані і утворенням потрійної евтектики.

Проекції поверхонь діаграми на площину концентраційного трикутника. Кристалізація і структура типових сплавів; фазові перетворення. Кількісний аналіз структурних складових. Побудова ізотермічних і політермічних перерізів в системі. Аналіз політермічних перерізів реальних систем.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												

Змістовий модуль 1. Вивчення діаграм стану подвійних систем.											
Тема 1. Вступ. Геометричні основи зображення діаграм стану потрійних систем.	16	2		2		12	15	1			14
Тема 2. Діаграми стану ³ необмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.	18	2		4		12	15	1			14
Тема 3 Діаграми стану з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані.	26	4		4		18	26,5	1		1	24
Тема 4. Діаграми стану систем ³ проміжними фазами.	28	4		4		12	28.5	1		1	26
Тема 5. Діаграми стану систем з поліморфними модифікаціями компонентів.	28	4		4		12	33	1		2	30
Тема 6. Діаграми стану з обмеженою розчинністю у рідкому стані.	6	2				4	4				6
Разом за змістовим модулем 1	122	18		18		78	122	4		4	114
Змістовий модуль 2. Діаграми стану потрійних систем.											
Тема 1. Геометричні основи зображення діаграм стану потрійних систем	18	2		2		10	16.5				16
Тема 2. Діаграма стану системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і у	22	4		4		14	19.5				18

твердому стані.												
Тема3. Діаграма стану системи з відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані і утворенням потрійної евтектики.	28	4		4		14	22	2		2		20
Разом за змістовим модулем 2	58	10		10		38	58	2		2		54
Усього годин	180	28		28		124	180	6		6		168
ІНДЗ												
Усього годин												

4. Темі лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Побудова діаграм стану подвійної системи за допомогою термічного методу	2
2	Діаграми рівноваги з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому станах	2
3	Діаграма стану з обмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому стані і утворенням евтектики.	4
4	Дослідження мікроструктури сплавів систем мідь-нікель, свинець-сурма	4
5	Діаграма стану з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані і перитектичною рівновагою	2
6	Діаграми стану систем з проміжними фазами	2
7	Діаграми стану систем з моно- і нонваріантними рівновагами твердих розчинів на основі поліморфних модифікацій компонентів та проміжних фаз	4
8	Фазові рівноваги в потрійних системах. Діаграми стану з незначною розчинністю компонентів у твердому стані і утворенням потрійної евтектики	4
9	Побудова політермічних і ізотермічних перерізів	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
10	Контрольна робота – Побудова діаграм стану реальних систем за даними нонваріантних рівноваг і концентрацій та температур критичних точок	2
	Усього	28

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи науки про фазові рівноваги. Поняття матеріальної, термодинамічної та фізико-хімічних систем. Гомогенні і гетерогенні системи. Фаза і міжфазні границі. Поняття компонента. Фактори рівноваги. Стабільний і метастабільний рівноважний стан системи. Характеристики фаз: чисті метали; тверді розчини заміщення впровадження; хімічні сполуки.	4
2	Варіантність або кількість ступенів свободи. Правило фаз Гіббса. Фігуративна точка сплаву. Методи побудови діаграм стану. Металографічний, дилатометричний. Побудова кривих охолодження термічним методом і визначення точок лінії солідус. Критичні точки.	4
3	Класифікація подвійних діаграм стану. Фази постійного і змінного складу.	2
4	Діаграми стану систем із моноваріантними рівновагами. Необмежені тверді розчини заміщення. Умови утворення необмежених твердих розчинів.	4
5	Діаграма стану із неперервними твердими розчинами. Способи позначення концентрації компонентів в сплавах або в фазах. Атомні або масові проценти. Атомні долі.	4
6	Співвідношення для переходу від процентів за масою до атомних процентів в подвійних та потрійних сплавах. Правило важеля або правило відрізків і концентрацій компонентів в фазах. Види рівноваг. Побудова кривих охолодження за правилом фаз. Схематичне зображення структури сплавів.	4
7	Темп кристалізації. Нерівноважений солідус в умовах прискореного охолодження. Зміни інтервалу кристалізації. Схильність до ліквідації. Як по діаграмі стану охарактеризувати схильність до ліквідації в сплавах системи.	4
8	Діаграми стану із мінімумами та максимумами на кривих солідусу і ліквідусу. Утворення в системах розшарування	4

	твердого розчину за концентрацією. Вплив таких фаз на властивості. Механізми розпаду твердих розчинів.	
9	Діаграми стану з впорядкованими твердими розчинами. Поняття ближнього і дальнього порядку. Способи зображення. Фазові переходи першого і другого роду. Відміна в зображенні на діаграмі. Вплив наявності в системах впорядкованих фаз на властивості сплавів.	4
10	Діаграми стану із моно- і нонваріантними рівновагами. Обмежені тверді розчини. Границя розчинності. Спосіб зображення в системі незначної розчинності.	4
11	Умови утворення евтектичної рівноваги. Поняття фазової суміші структурних складових. Механізм евтектичної кристалізації і будова евтектик. Ведуча та ведена фаза в евтектиках. Умови кристалізації вторинної фази. Класифікація сплавів за структурою.	4
12	Трикутник Таммана для визначення евтектичного сплаву. Діаграма стану евтектичного типу з відсутньою розчинністю компонентів в твердому стані. Діаграми стану із ретроградною кривою солідусу. Вигляд діаграм стану із виродженою евтектикою.	4
13	Умови кристалізації і структура сплавів. Діаграми стану із моноваріантною перитектичною рівновагою. Механізм перитектичного перетворення. Особливості зародження кристалів вторинної фази при перитектичному перетворенні. Вирождена перитектика.	4
14	Класифікація проміжних фаз в залежності від області гомогенності і складу. Стійкі фази з відкритим максимумом. Конгруентне плавлення. Умови кристалізації.	4
15	Діаграми стану систем із нестійкими проміжними фазами. Прихований максимум. Дальтоніди і бертоліди.	2
16	Діаграми стану систем з проміжними фазами, які утворюються безпосередньо з твердого розчину та за перитектоїдною нон варіантною рівновагою.	4
17	Діаграми стану систем з упорядкованими проміжними фазами. Прогнозування властивостей сплавів системи в залежності від типу діаграм. Правило Курнакова-Бочвара.	4
18	Поліморфні модифікації компонентів. α - і β - стабілізатори в системах. Евтектоїдне перетворення. Кристалізація і способи зображення евтектоїду.	4
19	Діаграми стану систем із поліморфною проміжною фазою. Умови поліморфних перетворень.	4
20	Діаграми стану систем із існуванням декількох поліморфних модифікацій для одного із компонентів.	4
21	Діаграми стану системи із монотектоїдним і метатектичним	2

	перетвореннями. Кристалізація та структура характерних сплавів.	
22	Діаграми стану систем із повною нерозчинністю або обмеженою розчинністю компонентів у рідкому стані. Бінодаль, як лінія розшарування рідини за концентрацією компонентів. Монотектичне перетворення і криві охолодження типових сплавів. Синтетичне перетворення. Кристалізація твердої фази із двох рідких фаз.	4
23	Особливість метатектичної рівноваги. Сутність метатектичної рівноваги, коли тверда фаза оплавляється після кристалізації. Крива солідусу в цій системі.	2
24	Діаграми стану потрійних систем. Посторове зображення діаграм стану. Зображення хімічного складу сплавів склад яких містить три компонента. Властивості рівностороннього концентраційного трикутника.	6
25	Закономірності будови потрійних систем та їх діаграм стану. Правило фаз Гіббса Три коноди, що утворюють конодний трикутник. Правило важеля. Правило Мазінга. Центр маси конодного трикутника.	6
26	Діаграма стану системи із неперервними рідкими і твердими розчинами. Кристалізація сплавів системи.	4
27	Ізотермічні розрізи. Ізотерми ліквідусу і солідусу. Їх проєкції на площину концентраційного трикутника. Політермічні розрізи.	6
28	Діаграма стану із відсутньою розчинністю в твердому стані із потрійною евтектикою. Кристалізація типових сплавів. Схеми мікроструктур. Побудова полі термічних розрізів. Аналіз полі термічних розрізів в реальних системах.	6
29	Діаграми стану із наявністю однієї подвійної проміжної фази. Кристалізація типових сплавів системи. Кількісний аналіз структурних складових в потрійних сплавах.	6

6. Індивідуальні завдання

Курсова робота, її характеристика

Курсова робота виконується з використанням діаграм стану реальних систем. Складається з двох частин: діаграми подвійної і потрійної систем. Мета роботи - закріпити і розширити знання одержані під час вивчення дисципліни. При виконанні другої частини в системі з трьома компонентами необхідно порівняти політермічний переріз з подвійною діаграмою стану і з'ясувати вплив легувального елемента на зміну розчинності в твердих розчинах, а також характер фазових перетворень (температурні та концентраційні інтервали). Об'єм пояснювальної записки - 20...30 сторінок, графічна частина - 7...8 рисунків.

ТИПОВЕ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ З ДИСЦИПЛІНИ “ФАЗОВІ РІВНОВАГИ”

Студентові _____

прізвище, ім'я, по батькові

ТЕМА РОБОТИ _____

Розділ 1. Діаграма стану сплавів подвійної системи _____

1.1. Намалювати одержану діаграму стану, в кожній області записати структурні складові, а також в квадратних дужках вказати фазовий склад структури. Знайти лінії ліквідусу і солідусу.

1.2. Відмітити поліморфізм компонентів. В довідковій літературі з'ясувати тип ґраток та їх параметри для компонентів або їх поліморфних модифікацій та температурні інтервали їх існування.

1.3. Описати характер взаємної розчинності компонентів.

1.4. Дати характеристику фазам і структурним складовим.

1.5. Визначити концентраційні інтервали сплавів, в яких спостерігаються нонваріантні рівноваги. Вказати температури і записати відповідні реакції.

1.6. Знайти сплави, в яких при охолодженні виділяються вторинні та третинні фази. Назвати ці фази, вказати лінії діаграми та температурні інтервали їх виділення із твердих розчинів.

1.7. Знайти інтервали сплавів, в яких не спостерігаються нонваріантні рівноваги у всіх діапазонах температур.

1.8. Використовуючи правило Курнакова - Бочвара, пояснити і схематично намалювати, як будуть змінюватися властивості сплавів в залежності від їх хімічного складу.

1.9. Побудувати криву охолодження сплаву 1: _____ із застосуванням правила фаз та описати фазові перетворення при охолодженні.

1.10. Схематично намалювати структуру цього сплаву при кімнатній температурі. Визначити масову частку структурних складових за правилом відрізків. Позначити структурні складові.

1.11. Для вказаної температури _____, використовуючи правило відрізків, визначити вміст компонентів у фазах та масову частку кожної фази в процентах.

1.12. Схематично намалювати структуру сплаву 2 : _____ і описати фазові перетворення при нагріванні цього сплаву.

Розділ 2. Діаграма стану потрійної системи _____

2.1. Намалювати політермічний переріз системи _____ з постійним вмістом _____, а також подвійну діаграму системи _____.

2.2. Показати концентраційну лінію сплавів заданого перерізу на концентраційному трикутнику системи.

2.3. Показати точки заданих сплавів _____ та _____ на концентраційному трикутнику системи.

2.4. Побудувати криві охолодження для цих сплавів, використовуючи правило фаз.

2.5. Описати фазові перетворення при нагріванні сплавів від кімнатної температури до розплавлення, використовуючи політермічний переріз _____ та діаграму залізо-цементит.

2.6. Порівняти розглянутий переріз _____ з подвійною діаграмою системи _____ і вказати вплив _____ на наступні фактори:

2.6.1. Зміну температурного інтервалу кристалізації в сплавах _____ та _____.

2.6.2. Появу нових фаз у сплавах потрійної системи і температурні інтервали їх існування.

2.6.3. Максимальну розчинність вуглецю в аустеніті та фериті в межах областей їх існування.

2.6.4. Вказати температурні та концентраційні інтервали, в яких відбуваються перитектичне, евтектичне та евтектоїдне перетворення. Вказати, з яких фаз складається евтектика чи евтектоїд.

2.6.5. Описати вплив _____ на температури поліморфного перетворення і пояснити стабілізація якої фази (аустеніту чи фериту) відбувається в даній системі.

7. Методи навчання

В процесі вивчення дисципліни використовується розвинена система навчання:

- 1. По основним розділам дисципліни читаються лекції, котрі мають нахил на розгляд певної проблеми та активний пошук шляхів її вирішення.
- 2. Ґрунтовне засвоєння базових розділів здійснюється на лабораторних роботах при виконанні практичної частини та захисті лабораторної роботи в цілому.
- 3. Двічі на семестр проводяться рубіжні контролі, які безумовно сприяють засвоєнню матеріалу дисципліни.
- 4. В кінці семестру студенти виконують курсову роботу, мета якою закріпити одержані набуті знання.

Викривуються також:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного фазового перетворення та зміни структури;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових понять;
- ілюстрація – для розкриття процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);

- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

8. Очікувані результати навчання з дисципліни

Одержання поглиблених знань із вивчення діаграм стану сприяє поглибленню знань, що обумовлює здатність грамотно використовувати їх при аналізі результатів комплексного дослідження. Вміти встановлювати зв'язки між структурою сплавів та режимами термічної обробки, між структурою матеріалів та комплексом властивостей; проаналізувати результати експериментальних досліджень структури та одержаних властивостей матеріалів і сформулювати висновки для прийняття обґрунтованих рішень.

9. Методи контролю

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування, захист курсової роботи.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування, захист курсової роботи.

Перелік методичних та технічних засобів

1. Перелік лабораторних робіт.
2. Плани лабораторних робіт.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт.
4. Індивідуальні завдання для виконання лабораторних робіт.
5. Перелік питань до рубіжного контролю (№1 та №2)
6. Тестові завдання і задачі до рубіжного контролю (№1 та №2)
7. Критерії оцінювання знань за результатами рубіжного контролю (№1 та №2)
8. Перелік питань до заліку (заочне).
9. Набір діаграм стану для кожної лабораторної роботи.

Технічні засоби: просторові макети потрійних систем, альбоми з мікроструктурою сплавів, плакати.

10. Засоби оцінювання

При рубіжному контролі та заліку враховуються усі види робіт, які виконуються студентами:

- відвідування лекцій та активна участь при вирішенні проблем;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- результати письмових відповідей на поставлені питання при рубіжних контролях;
- результати письмових відповідей при проведенні заліку.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (залік, курсова)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			100	100
T1, T2	T3, T4	T5, T6	T1	T2	T3		
20	40	40	20	40	40		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки та завдання до лабораторних робіт, курсової і контрольної роботи з дисципліни «Фазові рівноваги» для студентів спеціальностей студентів спеціальностей «Прикладне матеріалознавство», «Термічна обробка металів» денної і заочної форми навчання / 132 «Матеріалознавство» денної і заочної форми навчання / Укл. Л.П. Степанова, О.В. Лисиця, Г.Г. Трикоз. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 74 с.

12. Рекомендована література

Базова

- Захаров А.И. Диаграммы состояния двойных и тройных систем / Захаров А.И. - Учебное пособие для вузов. - М.: Металлургия, 1990.-240с.
- Металознавство: / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.М. Москаленко. – К.: «Політехніка» ІВЦ, 2001. – 375 с.

3. Диаграммы состояния двойных металлических систем:Справочник: в 3т./под общей редакцией Лякишева Н.П.-М.Машиностроение, 1996.-992с.
4. Лившиц Б.Г. Металлография / Лившиц Б.Г. - М.: Metallurgy, 1990.-236с.

Допоміжна

1. Гуляев А.П. Металловедение / Гуляев А.П. - М.: Metallurgy, 1987.-648с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов / Лахтин Ю.М. - М.: Metallurgy, 1983.
3. Лахтин. Ю.М. Материаловедение / Лахтин Ю.М., Леонтьева.-М.: Машиностроение, 1980.-493с.

13. Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
3. http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3421.html
4. <http://uk.wikipedia.org/wiki/>
5. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/153635/>

СИЛЛАБУС ФАЗОВІ РІВНОВАГИ

Тип: нормативна

Курс (рік навчання): 2-й

Семестр: 4-й

Кредити: 6

Викладач: Степанова Любов Петрівна,, канд. техн. наук, доцент;
Лисиця Олена Володимирівна, старший викладач

Розподіл годин: загальна кількість 180 годин (28 лекцій, 28 лабораторних занять, 124 годин самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи, індивідуальні завдання, курсова робота.

Мета: опанування студентами знань та навичок читання діаграм стану подвійних і потрійних систем, придбання навичок визначення структури сплавів та властивостей в рівноважному стані відповідно до діаграми стану; освоєння умов фазових перетворень і процесів структуроутворення в сплавах при нагріванні та охолодженні.

Завдання: розвинення знань та практичних навичок студентів у визначенні характеру фазових перетворень, зміни в структурі сплавів при нагріванні та охолодженні та прогнозування властивостей сплавів системи . Одержання поглиблених знань, що обумовлюють здатність грамотно використовувати їх при аналізі результатів комплексного дослідження.. Вміти встановлювати зв'язки між структурою сплавів та режимами термічної обробки, між структурою матеріалів та комплексом властивостей; проаналізувати результати експериментальних досліджень структури та одержаних властивостей матеріалів і сформулювати висновки для прийняття обґрунтованих рішень.

Вміст курсу: побудова діаграм стану подвійних систем; діаграми стану з необмеженою розчинністю компонентів у твердому стані; діаграми стану з обмеженою розчинністю компонентів у твердому стані; діаграми стану систем з проміжними фазами; діаграми стану систем з поліморфними модифікаціями компонентів; діаграми стану потрійних систем.

Структура курсу:

1. Вступ (предмет, задачі та зміст дисципліни). Основні поняття і терміни: система, фаза, компонент, структурна складова, ступінь свободи. Поняття стабільної і метастабільної рівноваги у системах. Фази в металевих системах.

2. Умови утворення діаграм стану із безперервними твердими розчинами. Правило відрізків і концентрацій або правило важеля . Кристалізація і структура сплавів. Правило фаз Гібса. Види рівноваг в подвійних системах.

3. Умови утворення обмежених твердих розчинів на основі компонентів. Діаграма стану з евтектичною рівновагою. Механізм кристалізації і структура евтектики. Кількісний аналіз: визначення кількості евтектики в типових сплавах. Вироджена евтектика

4. Діаграма стану системи з перитектичною рівновагою. Механізм перитектичного перетворення. Кристалізація і структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів. Вироджена перитектика.

5. Класифікація проміжних фаз за складом і характером плавлення (постійного і змінного складу, стійкі і нестійкі, або фази з конгруентним і інконгруентним плавленням). Діаграми стану систем з конгруентним плавленням проміжних фаз. Поняття твердого розчину на основі ґратки хімічної сполуки. Діаграми стану із проміжними фазами змінного складу. Умови вторинної кристалізації проміжних фаз на основі хімічних сполук.

6. Діаграми стану систем з інконгруентним плавленням проміжних фаз. Діаграми стану систем з утворенням проміжної фази в твердому стані за перитектоїдною реакцією. Діаграма стану системи з існуванням проміжної фази в певному інтервалі температур.

7. Зв'язок між типом діаграми і властивостями сплавів (правило Курнакова-Бочвара). Технологічні властивості (отримання виробів литвом, схильність до деформування).

8. Поняття поліморфізму. Діаграми стану із ізоморфними модифікаціями високотемпературної та низькотемпературною модифікаціями другого компонента. Поняття α - і β -стабілізаторів.

9. Діаграма стану з евтектоїдною рівновагою. Фазові перетворення і структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів. Діаграма стану системи з поліморфним компонентом і відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані.

10. Діаграма стану, коли один із компонентів має три інтервали існування поліморфних модифікацій (типу Fe-Cr). Діаграма стану з евтектоїдною рівновагою. Фазові перетворення і кристалізація сплавів.

11. Діаграми стану систем з метатектичною та монотектоїдною рівновагами. Фазові перетворення і кристалізація та структура сплавів. Криві охолодження типових сплавів.

12. Діаграма стану з обмеженою розчинністю компонентів у всьому інтервалі концентрацій сплавів. Діаграми стану з метатектичною та монотектоїдною рівновагами.

13. Геометричні основи зображення діаграм стану потрійних систем.

Концентраційний трикутник і його властивості. Правило фаз. Правило відрізків у потрійній системі для двофазних сплавів. Правило центру маси конодного трикутника.

14. Діаграма стану системи з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і у твердому стані. Умови кристалізації потрійних сплавів. Структура і фазові перетворення. Кількісний аналіз структурних складових.

Ізотермічні і політермічні перерізи. Можливості аналізу фазових перетворень в сплавах при користуванні перерізами.

15. Діаграма стану системи з відсутньою розчинністю компонентів у твердому стані і утворенням потрібної евтектики. Проекції поверхонь діаграми на площину концентраційного трикутника. Кристалізація і структура типових сплавів; фазові перетворення. Кількісний аналіз структурних складових.

16. Побудова ізотермічних і політермічних перерізів в системі. Аналіз політермічних перерізів реальних систем.

Курс складається з 6.0 кредитів. Паралельно з лекційним курсом студенти матимуть лабораторні заняття, кожне з яких буде присвячено засвоєнню теоретичного матеріалу та набуттю навичок в опануванні фазових перетворень в індивідуальній заданій діаграмі стану.

Результати навчання:

Очікувані програмні результати навчання: одержання поглиблених знань із вивчення діаграм стану, що обумовлюють здатність грамотно використовувати їх при аналізі результатів комплексного дослідження.. Вміти встановлювати зв'язки між структурою сплавів та режимами термічної обробки, між структурою матеріалів та комплексом властивостей; проаналізувати результати експериментальних досліджень структури та одержаних властивостей матеріалів і сформулювати висновки для прийняття обґрунтованих рішень. Важливим є також наступне:

1. Здатність застосовувати знання після вивчення діаграм стану у лабораторних та виробничих умовах,

2. Знання зв'язків між структурою та властивостями сплавів дасть можливість обґрунтовано використовувати їх для конкретних задач; здатність оцінювати доцільність та техніко-економічну ефективність досліджень.

4. Здатність застосовувати результати досліджень для оптимізації, стандартизації, сертифікації й акредитації різноманітних процесів обробки металів, матеріалів та виробів.

5. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем на основі досліджень в рамках спеціалізації.

6. Здатність інтерпретувати, презентувати і захищати результати науково-дослідницької діяльності в фаховому середовищі та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях. Уміння спілкуватися іноземною мовою в професійній (науково-технічній) діяльності.

7. Здатність до подальшого автономного та самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень.

8. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність досліджень та інноваційних розробок з урахуванням невизначеності умов і вимог.

9. Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми, пов'язані з використанням діаграм стану.

10. Здатність виявляти об'єкти для їх вдосконалення з метою покращення комплексу технологічних і службових властивостей.

11. Здатність до подальшого самостійного навчання на основі новітніх науково-технічних досягнень і методів.

12. Розуміння обов'язковості дотримання професійних і етичних стандартів; здатність застосовувати отримані знання для стандартизації.

13. Грамотно використовувати інформацію, отриману із діаграм стану при аналізі результатів комплексного дослідження.

Студенти отримують всебічні знання з даної дисципліни, матимуть змогу аналізувати вхідні дані для дослідження, пропонувати раціональні рішення з урахування підвищення структурних характеристик матеріалів, досягнення певної економічної ефективності.

Оцінювання: за результатами засвоєння дисципліни та виконання курсової роботи складається залік. При оцінюванні враховується здатність самостійно обирати оптимальні варіанти дослідження властивостей сплавів. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

У разі відвідування всіх занять і своєчасного виконання всіх частин індивідуального завдання та курсової роботи може здійснюватись контроль навчання при активній роботі студентів на лекціях, виконанні та захисті лабораторних робіт, контролі і здачі курсової роботи та заліку.

Для студентів денної форми навчання проводиться усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування.

Для кінцевого контролю використовується наступна схема оцінювання розподілу балів (за засвоєння тем курсу) з отриманням підсумкової середньозваженої оцінки:

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота						Підсумковий тест (залік, курсова)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2				
T1,T2	T3,T4	T5,T6	T1	T2	T3	100	100
20	40	40	20	40	40		

T1, T2 ... T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	F X	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

У разі невідвідування занять з певних тем та несвоєчасного виконання розділів оцінка може знижуватись шляхом віднімання певної кількості балів у відповідності до вищевказаної таблиці. Зниження оцінки може бути скомпенсоване шляхом відпрацювання пропущених занять та виконання додаткових завдань.

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв'язанні індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

Література:

Базова

1. Захаров А.И. Диаграммы состояния двойных и тройных систем / Захаров А.И. -Учебное пособие для вузов. - М.: Металлургия, 1990.-240с.
2. Металознавство: / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.М. Москаленко. – К.: «Політехніка» ІВЦ, 2001. – 375 с.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем:Справочник: в 3т./под общей редакцией Лякишева Н.П.-М.Машиностроение, 1996.- 992с.
4. Лившиц Б.Г. Металлография / Лившиц Б.Г. - М.: Металлургия, 1990.- 236с.

Допоміжна

1. Гуляев А.П. Металловедение / Гуляев А.П. - М.: Металлургия, 1987.- 648с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов / Лахтин Ю.М. - М.: Металлургия, 1983.
3. Лахтин Ю.М. Материаловедение / Лахтин Ю.М., Леонтьева.- М.: Машиностроение, 1980.-493с.

Інформаційні ресурси

1. Google Академія <http://scholar.google.com.ua/>
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
3. http://www.femto.com.ua/articles/part_2/3421.html
4. <http://uk.wikipedia.org/wiki/>
5. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/153635/>