

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА матеріалознавства та обробки матеріалів (повна назва кафедри)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи

Р. Б. Папірник

бересине 2019 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНІ

Недосконалості кристалічних решіток та фізика міцності

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність _____ 132 «Матеріалознавство»

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Прикладне матеріалознавство»

(назва освітньої програми)

освітній ступінь _____ бакалавр _____

СВІТНЬОГО

форма навчання _____ денна _____

(денна, заочна, вечірня)

Розробники Вахрушева Віра Сергіївна, Грузін Наталія В'ячеславівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна спрямована на вивчення дефектів кристалічної будови металів, їх впливу на важливі властивості такі як пластичність і міцність. Вступ до кристалографії і матеріалознавство твердих тіл уявлення про недосконалості структури реальних кристалів – дефектів кристалічної будови є базовим для фізики міцності. Пластичність кристалів обумовлена рухливістю дислокаций, а зміцнення металів і сплавів їх гальмуванням; точкові дефекти визначають механізм і кінетику дифузійних процесів.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			V	
Всього годин за навчальним планом з них:	90	3	90	
Аудиторні заняття, у т.ч:	32		32	
лекцій	16		16	
лабораторні роботи	16		16	
практичні заняття				
Самостійна робота, у т.ч:	58		58	

підготовка до аудиторних занять	8		8	
підготовка до контрольних заходів	8		8	
виконання курсового проекту	-		-	
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	12		12	
підготовка до екзамену	30	1	30	
Форма підсумкового контролю			Екзамен	

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни – одержати знання з проблем фізики пластичності і змінення матеріалів, особливості будови реальних кристалів, основних видів недосконалостей кристалічних решіток та їх вплив на міцність матеріалів.

Завдання. Необхідність пояснення таких важливих механічних властивостей як пластичність і міцність змусила ввести в кристалографію і матеріалознавство твердих тіл уявлення про недосконалості структури реальних кристалів – дефекти кристалічної будови. Пластичність кристалів обумовлена рухливістю дислокаций, а змінення металів і сплавів їх гальмуванням; точкові дефекти визначають механізм і кінетику дифузійних процесів. електрофізичні властивості напівпровідників тощо.

Уявлення про дефекти будови реальних кристалів дозволили не тільки пояснити властивості матеріалів але намітити шляхи подальшого поліпшення механічних характеристик за рахунок оптимізації складу сплавів, режимів пластичної і термічної обробки, створення нових високоміцніх матеріалів і жароміцніх сплавів, що відповідає потребам будівництва сучасної механіки, таких галузей як ракето-космічна, атомна, радіоелектроніка та інші.

Пререквізити дисципліни. Ця дисципліна базується на засвоєнні студентами наступних дисциплін: «Загальна фізика», «Хімія», «Кристалографія, кристалохімія і мінералогія», «Матеріалознавство».

Постреквізити дисципліни. Ця дисципліна є базовою для вивчення наступних дисциплін: «Фізика руйнування конструкційних матеріалів», «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів», та іншим спеціальним дисциплінам підготовки фахівців за цією освітньої програми.

Компетентності. Здатність критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання та обробки, здатність застосовувати сучасні методи і методики експерименту у лабораторних та виробничих умовах, уміння роботи із дослідницьким та випробувальним устаткуванням для вирішення завдань в галузі матеріалознавства, знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретних умов експлуатації.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- основні поняття теорії недосконалостей кристалічної будови;
- причини появи рівноважних і надлишкових точкових дефектів, їх роль в дифузійних процесах в металах і сплавах;
- види дислокаций, вектор Бюргерса як міру спотворення кристалічної решітки дислокацією, механізми пересування крайових і гвинтових дислокаций; можливості взаємодії дислокаций між собою, з точковими дефектами, границями зерен, що приводить до змінення матеріалів;
- походження дислокаций;

вміти:

- оцінювати рівноважну концентрацію точкових дефектів, їх рухомість при заданій температурі;

- визначати енергії утворення та пересування вакансій за експериментальними дослідженнями;
- аналізувати імовірність різних дислокаційних реакцій в типових структурах металів за допомогою критерію Франка;
- аналізувати утворення нерухомих дислокацій, що виникають під час перетинання або розщеплення ковзних дислокаций.

Методи навчання:

1. Методи організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності (пояснення, інструктаж, розповідь, лекція, бесіда, робота з підручником; ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження, вправи, лабораторні, практичні і дослідні роботи);

2. Методи стимулювання навчальної діяльності (навчальна дискусія, забезпечення успіху в навчанні, пізнавальні ігри, створення ситуації інтересу у процесі викладення, створення ситуації новизни, опора на життєвий досвід студента; стимулювання обов'язку і відповідальності в навчанні);

Форми навчання: індивідуальні, групові, колективні.

4. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 1. Типи дефектів та їх властивості					
Точкові дефекти. Види точкових дефектів. Спотворення кристалічної решітки. Термодинаміка точкових дефектів. Рівноважна концентрація дефектів. Рухомість вакансій, міжузлових і домішкових атомів. Вакансійний механізм самодифузії. Комплекси точкових дефектів. Поведінка вакансій під час гартування і відпалу. Можливі причини підвищеної концентрації точкових дефектів. Радіаційні дефекти. Методи визначення концентрації вакансій, енергій їх утворення і міграції.	8	2	-	4	2
Лінійні дефекти. Кристалографія ковзання. Критичне сколююче напруження. Закон Шмідта. Загальна характеристика основних типів дислокацій та їх рухомість. Крайова дислокація. Вектор Бюргерса як міра спотворення решітки дислокацією. Переміщення дислокаций. Гвинтова дислокація. Її характеристики. Поперечне ковзання гвинтової дислокації. Змішані та призматичні дислокациї.	8	2		4	2

Пружні властивості дислокаций. Дислокациї в типових структурах металів. Енергія дислокаций. Сили, що діють на дислокацію. Пружня взаємодія паралельних крайових дислокаций одного та різних знаків. Взаємодія гвинтових дислокаций. Густота дислокаций. Методи виявлення дислокаций. Утворення дислокаций при кристалізації та охолодженні металів і сплавів. Можливі механізми розмноження дислокаций при пластичній деформації. Дисклінації клинові та кручення в безперервному пружному середовищі. Вектор повороту. Енергія дисклінацій. Диполь з клинових. Дисклінації в кристалах.. Щільні пакування та дефекти в них. Характерні повні і часткові дислокациї в металах з гексагональним щільним пакуванням атомів. Утворення розщеплених дислокаций, їх ширина. Часткові дислокациї Франка. Повні та часткові дислокациї в металах з гранецентрованою решіткою. Тетраедр Томпсона. Утворення вершинних дислокаций. Дислокациї Ломер-Коттрелла та їх роль у деформаційному зміцненні металів. Найважливіші повні та часткові дислокациї в металах з об'ємноцентрованою кубічною граткою. Дислокациї в упорядкованих твердих розчинах. Утворення антифазних границь і надструктурних дислокаций.	4	2	-	-	2
Зерногранічні дислокациї. Дисклінації у кристалічній решітці. Розмноження дислокаций при пластичної деформації.	6	-	-	-	6
Разом за змістовим модулем 1	26	6	-	8	12
Змістовий модуль 2. Дислокациї в типових структурах металів та фізики міцності					
Перетинання дислокаций. Перетинання одиничних крайових дислокаций. Утворення порогів – важливих елементів дислокаційних структур. Рух дислокаций з порогами. Перетинання крайової та гвинтової дислокаций, двох гвинтових дислокаций, розщеплених дислокаций.	8	2	-	4	2
Взаємодії дислокаций з точковими дефектами. Взаємодія пружних полів дислокаций та домішкових атомів. Енергія зв'язку. Атмосфера Коттрелла. Ефект Снопка. Взаємодії дефектів пакування з домішковими атомами - атмосфера Сузукі. Взаємодія дислокаций з вакансіями.	6	2	-	2	2
Поверхневі дефекти. Границя між зернами як двомірний дефект. Границі нахилу та кручення. Дислокаційна модель мало кутових симетричних та асиметричних границь. Міграція границь. Полігонізація. Енергія границі. Висококутові	6	2	-	2	2

границі. Довільні та спеціальні границі. Зерногранічні дислокації.					
Фізика міцності. Зміцнення матеріалів - гальмування дислокаций при їх взаємодії з іншими дислокаціями і границями зерен. Утворення нерухомих дислокаций та порогів.	4	2	-	-	2
Дислокації в типових структурах металів. Гальмування дислокаций атомами домішок і легуючих елементів в твердих розчинах та дисперсними частинками.	4	2	-	-	2
Поперечне ковзання та переповзання дислокаций. Тетраедр дефектів пакування. Тетраедр Томсона. Методи виявлення дислокаций у металах.	6	-	-	-	6
Разом за змістовим модулем 2	34	10	-	8	16
Підготовка до екзамену	30	-	-	-	30
Усього годин	90	16	-	16	58

5. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1.	Точкові дефекти.	2
2.	Лінійні дефекти.	2
3.	Пружні властивості дислокаций. Дислокації в типових структурах металів.	2
4.	Перетинання дислокаций.	2
5.	Взаємодії дислокаций з точковими дефектами.	2
6.	Поверхневі дефекти.	2
7.	Фізика міцності.	2
8.	Дислокації в типових структурах металів.	2

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Навчальний план не передбачає	

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
1-2	Точкові дефекти.	4
3-4	Порівняння теоретичної та реальної міцності різних металів на зсуви.	4
5-6	Дислокації в кристалах.	4
7	Дислокації в кристалах з ГП решіткою.	2
8	Повні і часткові дислокациї в металах з ГЦК та ОЦК решітками.	2

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1.	підготовка до аудиторних занять	8
2.	підготовка до контрольних заходів	8
3.	опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: Зерногранічні дислокациї. Дисклінації у кристалічній решітці. Розмноження дислокаций при пластичної деформації. Поперечне ковзання та переповзання дислокаций. Тетраедр дефектів пакування. Тетраедр Томсона. Методи виявлення дислокаций у металах.	12
4.	підготовка до екзамену	30

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Письмовий, усний.

10. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про дефекти кристалічної будови.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модуля складається з:

- присутності та роботи студента на лекціях – максимальна кількість – 15 балів;
- лабораторні роботи - максимальна кількість - 34 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 51 балів).

Присутність та робота студента на лекціях – 5 балів за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 5-2 балів, якщо неактивний був – 1 бал, був відсутнім на лекції - 0 балів.

Лабораторні роботи. Максимальна кількість балів - 17. Загальна кількість лабораторних робіт – 2 (17 балів за кожну лабораторну роботу). За кожну лабораторну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення експериментальним даним – 17 - 16 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні обґрунтування експериментальних даних – 15-8 балів;
- студент оформив роботу правильно, але не повністю розкрив суть питання і у відповіді буди допущені грубі помилки - 7-1 балів;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 17 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 17 балів;
- студент розкрив суть питання, але схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 16-8 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні тлумачення явищ та відповідних процесів - 7-4 бали;

- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 3-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Змістовий модуль 2. Дислокації в типових структурах металів та фізики міцності.

Максимальна оцінка за змістовий модуль – 100 балів. Оцінка змістового модуля складається з:

- присутності та роботи студента на лекціях – максимальна кількість – 25 балів;
- лабораторні роботи – максимальна кількість – 21 балів;
- контрольної роботи (максимальна кількість 54 балів).

Присутність та робота студента на лекціях – 5 балів за лекцію, якщо студент активно брав участь в обговоренні теми лекції – 5 - 2 бали, якщо неактивний був – 1 бал, був відсутнім на лекції - 0 балів.

Лабораторні роботи. Максимальна кількість балів – 21. Загальна кількість лабораторних робіт – 3 (7 балів за кожну лабораторну роботу). За кожну лабораторну роботу нараховують:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення експериментальним даним - 7 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні обґрунтування експериментальних даних - 6-3 балів;
- студент оформив роботу правильно, але не повністю розкрив суть питання і у відповіді буде допущені грубі помилки - 2-1 бал;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

Контрольна робота складається з трьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 18 балів. На кожне питання поточного контролю **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 19 балів;
- студент розкрив суть питання, але схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій - 18-9 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні тлумачення явищ та відповідних процесів -8- 5 бали;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) - 4-2 бали;
- за повну відсутність відповіді - 0 балів.

- Екзамен

Екзаменаційна робота складається з чотирьох рівноважних питань теоретичного курсу. Максимальна кількість балів за кожне питання – 25 балів. На кожне питання екзаменаційної роботи **нараховують**:

- студент повністю розкрив суть питання, надав правильні теоретичні тлумачення процесам та ефектам – 25 балів;
- студент розкрив суть питання, але схеми та формули мають не принципові помилки, відсутня необхідна деталізація відповідних концепцій – 24-18 балів;
- студент розкрив суть питання, але у відповіді допущені неправильні тлумачення явищ та відповідних процесів – 17-10 балів;
- студент не повністю розкрив суть питання, у відповіді допущені грубі помилки (формули мають принципові неузгодженості, відповідь не обґрунтовано на належному рівні) – 9-1 балів;
- за повну відсутність відповіді – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметична між оцінками за змістовий модуль 1, змістовий модуль 2 та екзамен.

Порядок зарахування пропущених занять: захист реферату за темою пропущеного заняття з лекційного курсу або відпрацювання пропущеного практичного заняття шляхом виконання відповідного завдання згідно з тематикою практичного заняття.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки. Уч. для вузов. 4-е изд. - М: Металлургия, 1990. 330 с.
2. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов. Уч. пособие для вузов. 3-е изд. - М.: Металлургия, 1983, 232 с.

Допоміжна

1. Новиков Н.Н. Структура и структурночувствительные свойства реальных кристаллов. Учеб. Пособие. – К.: Вища школа, 1986. С. 194 – 283.
2. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. – Пер. с англ. – М.: Атомиздат, 1972. – 599 с.
3. Шаскольская М.П. Кристаллография. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 576 с.
4. Орлов А.Н. Введение в теорию дефектов в кристаллах. М.: 1983. – 143 с.
5. Белоус М.В., Браун М.П. Учеб. пособие. – К.: Вища школа, 1986. С. 194 -283.
6. Ермаков С.С. Физика металлов и дефекты кристаллического строения. Учеб. пособие – Л.: ЛГУ, 1989. – 280 с.

12. INTERNET – РЕСУРСИ

1. <http://www.scientific.ru/journal/news/0503/n110503.html>.
2. <http://www.scientific.ru/journal/news/0503/n110503.html>.
3. <http://ns.crys.ras.ru/nccg/REPORTS/csyu1.html>.
4. <http://www.zatevalov.h1.ru/metod2.htm>.

Розробники _____ (В. С. Вахрушева)

(підпис)

(Н. В. Грузін)

(підпис)

Гарант освітньої програми _____ (Д. В. Лаухін)

(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри
Протокол від « 16 » вересня 2019 року № 3