

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра промышленного и художественного литья

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Е.П. Могильная
09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки»

По направлению подготовки: 22.03.02 Металлургия

Профиль подготовки: «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов»

Луганск 2020

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy. – 12 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «4» декабря 2015 года № 1427.

Рабочая программа учебной дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» составлена на основе ГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy, утвержденного приказом Министерства образования и науки ЛНР от «21» августа 2018 года № 782-од, зарегистрированным в Министерстве юстиции ЛНР от «6» сентября 2018 года за № 504/2148, учебного плана по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (профиль «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.ДАЛЯ».

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель кафедры промышленного и художественного литья Шинкарева Т.А.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры промышленного и художественного литья «8» 09 2020 года, протокол № 1
Заведующий кафедрой [подпись] Ю.И. Гутько
Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «16» 09 2020 года, протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики [подпись] С.Н. Ясунник

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» – является овладение студентами основных понятий и законов теории кристаллического строения, необходимых для понимания строения металлургических расплавов с целью управления и прогнозирования их свойств.

Задачи:

получение студентом необходимого объема знаний в области кристаллохимии, знание основных законов, типов структур;

освоение студентами материала по типу и классификации дефектов кристаллических структур, их свойствам, образованию, взаимодействию друг с другом;

изучение влияния дефектов на свойства и качество реальных металлов и сплавов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин и базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных студентами при изучении дисциплин «Математика», «Введение в инженерную деятельность».

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин: «Литейное материаловедение», «Структура, свойства и обработка материалов», «Контроль качества отливок».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки», должны

знать:

- основные понятия и методы решения инженерных задач;
- теоретические основы литейных процессов;

уметь:

- использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
- применять инженерные методы расчётов при разработке технологических процессов литья;

владеть навыками:

- навыками применения современного математического инструментария для решения задач в профессиональной деятельности;

– использования физико-математического аппарата для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с государственными образовательными стандартами ВО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы ООП):

общепрофессиональных:

готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания (ОПК-1);

готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	51	6
в том числе:		
Лекции	34	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	17	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	93	138
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные понятия о кристаллах.

Распространенность кристаллических веществ. Связь кристаллографии с другими науками. Важнейшие свойства кристаллов. Закон постоянства граничных углов.

Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решетка.

Элементарная ячейка, её выбор, метрика. Кристаллическая структура материалов. Ретикулярная плотность сетки. Кристаллографические символы узлов, плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии.

Тема 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений

Связь между символами плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии. Кристаллографическая символика в гексагональной сингонии.

Тема 4. Элементы симметрии конечных фигур.

Понятие о симметрии. Центр инверсии. Плоскости симметрии. Оси симметрии: простые поворотные и инверсионные. Обозначение элементов симметрии многогранников. Теоремы сложения элементов симметрии.

Тема 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции.

Соотношение между периодами и осевыми углами в кристаллах разных сингоний. Правила кристаллографической установки кристаллов для различных сингоний. Кристаллографические проекции. Прямой комплекс, обратный комплекс. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция.

Тема 6. Симметрия структуры кристаллических веществ.

Классы симметрии. Формула симметрии. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичным направлением. Элементы симметрии бесконечных фигур. Винтовые оси симметрии. Плоскости скользящего отражения. Решётки Бравэ. Условия выбора ячеек Бравэ. Характеристика решёток Бравэ. Трансляционная группа, базис ячейки. Примеры выбора элементарной ячейки Бравэ.

Тема 7. Задачи, решаемые кристаллохимией.

Координационное число, координационный полиэдр, число формульных единиц. Плотнейшие шаровые упаковки в кристаллах. Основные типы структур. Основные категории кристаллохимии: морфотропия, полиморфизм, изоморфизм.

Тема 8. Точечные дефекты.

Понятие об идеальном и реальном кристалле. Классификация дефектов кристаллического строения. Виды точечных дефектов. Искривление кристаллической решётки вокруг точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов. Миграция точечных дефектов. Миграция вакансий. Миграция межузельных атомов. Миграция примесных атомов.

Тема 9. Основные типы дислокаций и их движение.

Краевая дислокация. Скольжение краевой дислокации. Переползание краевой дислокации. Винтовая дислокация и её движение. Скольжение винтовой дислокации. Смешанные дислокации и их движение.

Тема 10. Количественные характеристики дислокаций.

Призматические дислокации. Вектор Бюргерса дислокаций. Плотность дислокаций в кристаллах.

Тема 11. Дислокации в типичных металлических структурах.

Подразделение дислокаций на полные и частичные. Энергетический критерий дислокационных реакций. Дефекты упаковки. Полные дислокации в г. п. решетке. Полные дислокации в г. ц. к. решетке. Полные дислокации в о. ц. к. решетке. Частичные дислокации Шокли в г. п. решетке. Частичные

дислокации Шокли в г. ц. к. решетке. Частичные дислокации Шокли в о. ц. к. решетке. Частичные дислокации Франка. Стандартный тетраэдер и дислокационные реакции в г.ц.к. решетке. Стандартный тетраэдер Томпсона. Вершинные дислокации и дислокации Ломер-Коттрелла. Стандартная бипирамида и дислокационные реакции в г. п. решетке. Поперечное скольжение и переползание растянутых дислокаций. Двойникующая дислокация. Дислокации в упорядоченных сплавах.

Тема 12. Пересечение дислокаций.

Пересечение краевых дислокаций. Пересечение краевой и винтовой дислокаций. Пересечение винтовых дислокаций. Движение дислокаций с порогами. Пересечение растянутых дислокаций.

Тема 13. Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами

Взаимодействие дислокаций с примесными атомами. Взаимодействие дислокаций с вакансиями и межузельными атомами.

Тема 14. Образование дислокаций.

Происхождение дислокаций. Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка – Рида.

Тема 15. Границы зерен и субзерен.

Границы кручения и наклона. Малоугловые границы. Высокоугловые границы. Специальные и произвольные границы. Зернограничные дислокации и ступеньки.

Тема 15. Торможение дислокаций.

Сила Пайерлса. Торможение дислокаций при их взаимодействии с другими дислокациями и границами зерен. Торможение дислокаций дисперсными частицами. Выгибание дислокаций между дисперсными частицами. Локальное поперечное скольжение. Перерезание дислокациями дисперсных частиц. Торможение дислокаций атомами примесей и легирующих элементов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия о кристаллах	2	2
2	Структура кристаллов и пространственная решетка	2	
3	Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений	2	
4	Элементы симметрии конечных фигур	2	
5	Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции.	2	
6	Симметрия структуры кристаллических веществ.	2	
7	Задачи, решаемые кристаллохимией.	2	
8	Точечные дефекты.	2	

9	Основные типы дислокаций и их движение.	2	
10	Количественные характеристики дислокаций.	2	
11	Дислокации в типичных металлических структурах.	2	
12	Пересечение дислокаций.	2	
13	Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами.	2	
14	Образование дислокаций.	2	
15	Границы зерен и субзерен.	2	
16	Торможение дислокаций.	4	
Итого:		34	2

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Символы узлов, плоскостей и направлений. Методы их определения.	2	2
2	Связь между символами плоскостей и направлений в кристаллах.	3	2
3	Кристаллографические проекции.	2	
4	Элементы симметрии конечных фигур. симметрия структуры кристаллов.	2	
5	Формы кристаллов и типы решеток Бравэ.	2	
6	Точечные дефекты.	2	
7	Основные виды дислокаций и их движение.	2	
8	Поверхностные дефекты.	2	
Итого:		17	4

4.5. Лабораторные работы не предполагаются учебным планом

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические занятия №1-8	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	26	10
2	Основные понятия о кристаллах	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации, написание реферата по заданной теме	5	8
3	Структура кристаллов и пространственная решетка		4	8
4	Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений		5	8

5	Элементы симметрии конечных фигур		5	8
6	Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции.		4	8
7	Симметрия структуры кристаллических веществ.		4	8
8	Задачи, решаемые кристаллохимией.		4	8
9	Точечные дефекты.		4	8
10	Основные типы дислокаций и их движение.		4	8
11	Количественные характеристики дислокаций.		4	8
12	Дислокации в типичных металлических структурах.		4	8
13	Пересечение дислокаций.		4	8
14	Взаимодействие дислокаций с точечными дефектами.		4	8
15	Образование дислокаций.		4	8
16	Границы зерен и субзерен.		4	8
17	Торможение дислокаций.		4	8
Итого:			93	138

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология коллективного взаимодействия, в том числе совместное решение проблемных задач;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; опережающая самостоятельная работа; междисциплинарное обучение; проблемное обучение; исследовательский метод.

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении практических работ.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические работы по дисциплине в следующих формах:

- доклады, сообщения;
- рефераты;
- практические задания;
- контрольные работы.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах,

	излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Аникина В.И., Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения / Аникина В. И. - Красноярск: СФУ, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-2195-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763821956.html>

2. Батаев И.А., Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии: учебное пособие / Батаев И.А. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 60 с. - ISBN 978-5-7782-2740-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227408.html>

б) дополнительная литература:

1. Кристаллофизика [Электронный ресурс] / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин - М. : Логос, 2017. Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986991825.html>

2. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов: учеб. пособие / И. И. Новиков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Металлургия, 1983. - 232 с.

3. Кристаллография. Обозначение и вывод классов симметрии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Батаев И.А. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227408.html>

4. Косенко Н.Ф. Кристаллография и кристаллохимия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Косенко Н.Ф. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2017. Режим доступа: http://client.studentlibrary.ru/book/ghu_038.html

в) методическая литература:

1. Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» (для студентов заочной формы обучения по специальности 22.03.02. Metallurgy / Сост. Шинкарева Т.А. – Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 10 с.

2. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 22.03.02 – Metallurgy профиль «Литейное производство черных и цветных металлов и сплавов» /Сост: Ю. И. Гутько, Т.А. Шинкарева. - Луганск: ЛНУ им В. Даля, 2020. - 38 с.

3. Кристаллофизика: сборник задач с решениями [Электронный ресурс] / Н.В. Переломова, М.М. Тагиева; под ред. Ю.Н. Пархоменко - М. : МИСиС, 2013.

Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237019.html>

5. Кристаллофизика: симметрия кристаллических многогранников : лаб. практикум. [Электронный ресурс] / Диденко, И.С. - М. : МИСиС, 2011. Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/MIS004.htm>

в) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

Российская Ассоциация Литейщиков – <http://www.ruscastings.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет. На лекционных занятиях используются: раздаточный материал, наглядные пособия, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/