

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД



А.А. Панфилов

« 17 » 09 20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**« ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ СПЛАВОВ И
ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВОК »**

Направление подготовки	22.06.01 Технологии материалов
Направленность подготовки	Литейное производство
Уровень высшего образования	Подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения	очная
Квалификация выпускника	«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Семестр	Трудоёмкость зач. ед./ акад. час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет)
3	3 (108)	36	-	-	72	Экзамен
Итого	3 (108)	36	-	-	72	Экзамен

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» по ОПОП направления аспирантура 22.06.01 «Технологии материалов», профиль «Литейное производство» является формирование теоретических представлений о закономерностях создания новых композиционных сплавов, профессиональных компетенций и навыков по разработке технологических процессов получения качественных сплавов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» относится к блоку Б1.В.ДВ.1.1.

Преподавание дисциплины на 4 курсе аспирантуры ведется на основе знаний полученных в курсе, «Материаловедение», «Теория литейных процессов», «Производство отливок из сплавов на основе черных и цветных металлов» и др.

Углубленное изучение генезиса и основ синтеза позволит получить навыки в области разработки сплавов функционального и конструкционного назначения. Компетенции, приобретённые в курсе «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок», используются в процессе самостоятельной научно-исследовательской деятельности при подготовке диссертационной работы, а также в процессе дальнейшей профессиональной деятельности по профилю подготовки.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-9	Подготовка кадров высшей квалификации	Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно теоретических и эксплуатационных работ
ОПК-11	Подготовка кадров высшей квалификации	Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективны материалов.

Учебная дисциплина «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» относится к основной части и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП аспирантуры по направлению 22.06.01 «Технологии материалов», профиль «Литейное производство».

В результате освоения дисциплины «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать: физико-химическую сущность процессов структурообразования при кристаллизации сплавов и затвердевания отливок; научные основы синтеза новых композиционных сплавов на основе черных и цветных металлов; основы создания технологий получения отливок с заданной кристаллической структурой (ОПК-9).

Уметь: анализировать причины изменения химического и фазового состава многокомпонентных сплавов при внешних воздействиях; уметь прогнозировать микроструктуру сплава и макроструктуру отливок из различных сплавов (ОПК-9, ОПК-11).

Владеть: методами оценки химического и фазового состава сплавов; приемами компьютерного моделирования процессов кристаллизации и затвердевания; специальными способами обработки шихтовых материалов; методами формирования заданной структуры литых заготовок (ОПК-9, ОПК-11).

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 114 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Раздел 1.	2		-	-	-	-	6	Собеседование
	Тема 1.1		2						
	Тема 1.2		2						
2	Раздел 2.	2		2	-	-	-	6	Собеседование
	Тема 2.1		2						
	Тема 2.2		2						
	Тема 2.3		2						
	Тема 2.4		2						
	Тема 2.5		2						
	Тема 2.6		2						
Тема 2.7	2								
3	Раздел 3.	2		2	-	-	-	6	Собеседование
	Тема 3.1		2						
	Тема 3.2		2						
	Тема 3.3		2						
4	Раздел 4.	2		2	-	-	-	6	Собеседование
	Тема 4.1		2						
	Тема 4.2		2						
	Тема 4.3		2						

5	Раздел 5. Тема 5.1 Тема 5.2	2		2 2	-	-	-		Собеседование
Итого за семестр:		2		36	-			108	
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Всего по УП				36				108	Экзамен

Содержание дисциплины по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела
1.	Раздел I. Зародышеобразование металлов и сплавов	
1.1.	Тема 1.1. Переохлаждение расплава. Гомогенное зародышеобразование. Законы Таммана.	
1.2	Тема 1.2. Нерастворимые примеси. Гетерогенное зародышеобразование. Правило Данкова.	
2.	Раздел II. Основы теории сплавов.	
2.1.	Тема 2.1. Равновесная диаграмма состояния. Температурный и концентрационный интервалы кристаллизации сплавов.	
2.2	Тема 2.2. Правило фаз. Правило рычага. Построение зависимости $m=fCt$.	
2.3	Тема 2.3. Равновесный коэффициент распределения. Характер нарастания твердой фазы в интервале кристаллизации.	
2.4	Тема 2.4. Темп кристаллизации сплавов и расчетные методы его определения. За-калочно-микроструктурный анализ и экспериментальное определение темпа кристаллизации сплавов.	
2.5	Тема 2.5. Два механизма образования твердой фазы при кристаллизации. Понятие $M_{расп}$ и $M_{вз}$. Формулы для расчета $M_{расп}$ и $M_{вз}$.	
2.6	Тема 2.6. Обобщенный коэффициент распределения. Экспериментальный метод определения $M_{расп}$ и $M_{вз}$ сплавов.	
2.7	Тема 2.7. Влияние показателей кристаллизации сплавов на процессы структуро-образования.	
3.	Раздел III. Равновесная кристаллизация сплавов	
3.1.	Тема 3.1. Равновесная кристаллизация сплавов твердых растворов.	
3.2	Тема 3.2. Равновесная кристаллизация сплавов с эвтектическим превращением.	
3.3	Тема 3.3. Равновесная кристаллизация сплавов с перитектическим превращением. Тема 3.4 Равновесная кристаллизация сплавов с монотектическим превращением.	
3.4	Тема 3.4. Равновесная кристаллизация сплавов с монотектическим превращением.	
4.	Раздел IV. Неравновесная кристаллизация сплавов	

4.1	Тема 4.1. Влияние скорости охлаждения на интервал кристаллизации сплавов и положение критических точек на диаграмме состояния.	
4.2	Тема 4.2. Скорость охлаждения сплавов и переохлаждение расплава. Точка бифуркации сплава. Переход сплава на новые пути кристаллизации.	
4.3	Тема 4.3. Скорость охлаждения при кристаллизации и макроструктура литой заготовки.	
5.	Раздел III. Конструирование сплавов.	
5.1.	Тема 5.1. Целенаправленное изменение показателей кристаллизации сплавов при помощи легирования. Правило аддитивности.	
5.2	Тема 5.2. Влияние фазовых превращений при кристаллизации на макроструктуру литой заготовки.	

4.2 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа аспирантов является важнейшим компонентом образовательного процесса, развивающим их способность к самообучению и повышению своего профессионального уровня (ОПК-9, ОПК-11).

Цель самостоятельной работы - приобретение новых знаний с использованием современных образовательных технологий; способность обобщать результаты выполненной работы, а также анализировать полученные знания.

Самостоятельная работа, направленная на закрепление учебного материала, включает в себя следующие виды работы аспирантов: опережающая самостоятельная работа, подготовка к экзамену. Опережающая самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем дисциплины по заданию преподавателя.

Вопросы для самостоятельного изучения

Раздел 1. Экспериментальные методы определения температур начала и конца кристаллизации сплавов.

Раздел 2. Диффузионные процессы при кристаллизации. Раздел 3. Кристаллизация сплавов с ретроградным солидусом. Раздел 4. Концентрационное переохлаждение и методы его устранения. Раздел 5. Связь процессов кристаллизации сплавов и затвердевания отливок.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентаций с использованием стандартной программы PowerPoint. Для демонстрации наглядно-демонстрационного материала лекций используются проектор, ноутбук. С целью формирования и развития профессиональных компетенций у аспирантов в рамках лекционных, занятий предусмотрено рассмотрение конкретных технологических ситуаций.

В преподавании дисциплины «22.06.01 «Технологии материалов»» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1.1 -5.3).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

В соответствии с Положением о формировании фонда оценочных средств по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, оценочным средством выбрано собеседование.

Собеседование является средством контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Для оценки текущей успеваемости предусмотрены три собеседования за учебный год.

В конце учебного года по данной дисциплине предусмотрена сдача экзамена и успеваемость определяется следующими оценками: «5», «4», «3», «2». Критерии оценок представлены в табл.3.

Шкала оценивания (экзамен)

Оценка	Критерии
Оценка «5»	Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.
Оценка «4»	Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.
Оценка «3»	Аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.
Оценка «2»	Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса; допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.

Ниже приведены вопросы для контроля текущей успеваемости.

Собеседование №1.

1. Переохлаждение расплава. Гомогенное зародышеобразование. Законы Тамма-на.
2. Нерастворимые примеси. Гетерогенное зародышеобразование. Правило Дан-кова.
3. Экспериментальные методы определения температур начала и конца кристаллизации сплавов.
4. Равновесная диаграмма состояния. Температурный и концентрационный интервалы кристаллизации сплавов.
5. Правило фаз. Правило рычага. Построение зависимости $m=fC_t$.
6. Равновесный коэффициент распределения. Характер нарастания твердой фазы в интервале кристаллизации.

Собеседование №2

1. Темп кристаллизации сплавов и расчетные методы его определения. Закалоч-номикроструктурный анализ и экспериментальное определение темпа кристаллизации сплавов.
2. Два механизма образования твердой фазы при кристаллизации. Понятие $M_{расп}$ и $M_{вз}$. Формулы для расчета $M_{расп}$ и $M_{вз}$.
3. Обобщенный коэффициент распределения. Экспериментальный метод определения $M_{расп}$ и $M_{вз}$ сплавов.
4. Влияние показателей кристаллизации сплавов на процессы структурообразования.
5. Равновесная кристаллизация сплавов твердых растворов.
6. Равновесная кристаллизация сплавов с эвтектическим превращением.
7. Равновесная кристаллизация сплавов с перитектическим превращением.
8. Равновесная кристаллизация сплавов с монотектическим превращением.
9. Диффузионные процессы при кристаллизации.
10. Кристаллизация сплавов с ретроградным солидусом.

Собеседование №3

1. Влияние скорости охлаждения на интервал кристаллизации сплавов и положение критических точек на диаграмме состояния.
2. Скорость охлаждения сплавов и переохлаждение расплава. Точка бифуркации сплава. Переход сплава на новые пути кристаллизации.
3. Скорость охлаждения при кристаллизации и макроструктура литой заготовки.
4. Целенаправленное изменение показателей кристаллизации сплавов при помощи легирования. Правило аддитивности.
5. Влияние фазовых превращений при кристаллизации на макроструктуру литой заготовки.
6. Концентрационное переохлаждение и методы его устранения.
7. Связь процессов кристаллизации сплавов и затвердевания отливок.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок»

1. Переохлаждение расплава. Гомогенное зародышеобразование. Законы Тамма-на.
2. Нерастворимые примеси. Гетерогенное зародышеобразование. Правило Дан-кова.
3. Экспериментальные методы определения температур начала и конца кристаллизации сплавов.
4. Равновесная диаграмма состояния. Температурный и концентрационный интервалы кристаллизации сплавов.
5. Правило фаз. Правило рычага.
6. Равновесный коэффициент распределения. Характер нарастания твердой фазы в интервале кристаллизации.
7. Темп кристаллизации сплавов и расчетные методы его определения. Закалоч-номикроструктурный анализ и экспериментальное определение темпа кристаллизации сплавов.
8. Два механизма образования твердой фазы при кристаллизации.
9. Обобщенный коэффициент распределения. Экспериментальный метод определения $M_{расп}$ и $M_{вз}$ сплавов.
10. Влияние показателей кристаллизации сплавов на процессы структурообразования.

11. Равновесная кристаллизация сплавов твердых растворов.
12. Равновесная кристаллизация сплавов с эвтектическим, перитектическим, мотектическим превращениями.
13. Диффузионные процессы при кристаллизации.
14. Кристаллизация сплавов с ретроградным солидусом.
15. Влияние скорости охлаждения на интервал кристаллизации сплавов и положение критических точек на диаграмме состояния.
16. Скорость охлаждения сплавов и переохлаждение расплава. Точка бифуркации сплава. Переход сплава на новые пути кристаллизации.
17. Скорость охлаждения при кристаллизации и макроструктура литой заготовки.
18. Целенаправленное изменение показателей кристаллизации сплавов при помощи легирования. Правило аддитивности.
19. Влияние фазовых превращений при кристаллизации на макроструктуру литой заготовки.
20. Концентрационное переохлаждение и методы его устранения.
21. Связь процессов кристаллизации сплавов и затвердевания отливок.

7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, издательство	Год	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		печатные издания (кол-во)	электронные (наименование ресурсов)
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Осинцев О.Е. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. Фазовые равновесия в сплавах: учебное пособие / Осинцев О.Е. — М.: Машиностроение, 2014. — 352 с.-978-5-94275-734-2.	2014	1	http://www.iprbookshop.ni/5150
2. Бибииков Е.Л. Процессы кристаллизации и затвердевания: учеб. пособие / Е.Л. Бибииков, А.А. Ильин. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с: ил.-ISBN978-5-98281-341-1.	2013		http://znanium.com/bookread2.php?book=403173
3. Марукович Е.И. Литейные сплавы и технологии / Марукович Е.И., Карпенко М.И. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 443 с. — ISBN 978-985-08-1499-9.	2012		http://znanium.com/bookread2.php?book=416469
4. Пикунов М.В., Коновалов К. Кристаллизация сплавов: учебное пособие / М.:МИСиС 2015—91с — ISBN 978-5-87623-825-2.	2015		http://www.iprbookshop.ru/29455
Дополнительная литература*			
1. Федотов А.К. Физическое материаловедение. Ч. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах: учеб. пособие. В 3 ч. / А.К. Федотов. -Минск: Выш. шк, 2012. - 446 с. - ISBN 978-985-06-2063-7.	2012	-	http://znanium.com/bookread2.php?book=508082
2. Сидоров Е.В. Физико-химические основы литейного производства. Процессы кристаллизации и структурообразования : учеб. пособие для вузов / Е.В. Сидоров. —	2011	-	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2977/1/00571.pdf

Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. — 229 с. — ISBN 978-5-9984-0166-4.			
3. Некрасов, Г.Б. Основы технологии литейного производства. Плавка, заливка металла, кокильное литье : учеб. пособие / Г.Б. Некрасов, И.Б. Одарченко. - Минск: Выш. шк., 2013.- 223 с: ил. - ISBN 978-985-06-2365-2.	2013	-	http://znanium.com/bookread2.php?book=509374
Интернет-ресурсы			
1. Научная электронная библиотека			http://elibrary.ru
2. РАЛ-Инфо – крупнейший в мире информационный портал о литейном производстве.			www.ruscasting.ru
3. Электронная информационно-образовательная среда ВлГУ на базе системы управления обучением LMS Moodle			www.de.vlsu.ru:81/umk

7.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, а также помещения для самостоятельной работы, оборудованные проекторами, ноутбук, рекламные проспекты и информационные материалы.

Таблица 7.2.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид учебных занятий по дисциплине	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3	4
Лекции	Лекционная аудитория 101-2, 201-2	Проекторы, интерактивная доска, ноутбуки, телевизор	ОС Microsoft Windows. Стандартные офисные программы (MS Word, MS Excel). Системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3D, AutoCAD.
СРС	Лаборатория материаловедения и металлографии (103-2)	ПК, множительная орг. техника	ОС Microsoft Windows. Стандартные офисные программы (MS Word, MS Excel). Системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3D, AutoCAD.
	Лаборатория «Диагностика материалов» (108-4)		
	Лаборатория компьютерного моделирования (238-2)	ПК, (11 шт.), проектор, интерактивная доска, ноутбук	


Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.06.01 «Технологии материалов» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Рабочую программу составил
профессор кафедры ТФ и КМ, д.т.н. _____ В.А. Кечин
(ФИО, подпись) 

Рецензент
(представитель _____ работодателя)
Крецик А.А., зам. ген. директора ООО «НПО „ИнЛитТех“ Якутск»
(место работы, должность, ФИО, подпись) 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов»

Протокол № 1 от 28.08.20 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ _____ В.А. Кечин
(ФИО, подпись) 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.06.01 «Технологии материалов»

Протокол № 1 от 28.08.20 года

Председатель комиссии
профессор кафедры ТФ и КМ, д.т.н. _____ В.А. Кечин
(ФИО, подпись) 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
«Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок»
образовательной программы направления подготовки 22.06.01 «Технологии материалов»,
направленность: Литейное производство (уровень подготовки кадров высшей
квалификации)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)
1			
2			

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *полное наименование*,
протокол № ___ от __. __. 201__ г.

Зав. кафедрой _____ / _____
Подпись / ФИО