

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



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по научной
и инновационной работе
В.Г. Прокошев

201 6 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Направление подготовки 22.06.01 Технологии материалов

Направленность (профиль) подготовки Литейное производство

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения заочная

Курс	Трудоемкость, зач. ед. (час.)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРА, час.	Форма промежуточно- го контроля (экз./зачет)
2	3(108)	36	-	-	72	Зачет
Итого	3(108)	36	-	-	72	Зачет

Владимир, 2016 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» по ОПОП ВО направления аспирантуры 22.06.01 «Технологии материалов», направленность «Литейное производство» является формирование теоретических представлений о процессах равновесной и неравновесной кристаллизации сплавов, методологии создания новых композиций сплавов, профессиональных компетенций и навыков по разработке новых инновационных технологий, обеспечивающих получение сплавов с заданными свойствами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)

Преподавание дисциплины на 2 курсе аспирантуры ведется на основе знаний, полученных в курсе «Материаловедение», «Теория литейных процессов», «Производство отливок из сплавов на основе черных и цветных металлов».

Углубленное изучение процессах равновесной и неравновесной кристаллизации позволит получить навыки в области разработки новых составов сплавов функционального и конструкционного назначения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины у аспирантов формируются основные общекультурные и профессиональные компетенции (табл. 1), отвечающие требованиям ФГОС ВО к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.06.01 «Технологии материалов».

Таблица 1. Требования к результатам освоения программы аспирантуры

Код	Требования к результатам освоения программы аспирантуры
ОПК-9	Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно теоретических и эксплуатационных работ
ОПК-11	Способность и готовность разрабатывать технологический процесс, технологическую оснастку, рабочую документацию, маршрутные и операционные технологические карты для изготовления новых изделий из перспективных материалов.

Учебная дисциплина «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» относится к вариативной части блока 1 и является дис-

циплиной по выбору при освоении ОПОП ВО аспирантуры по направлению 22.06.01 «Технологии материалов», направленность «Литейное производство».

Компетенции, приобретенные аспирантами в курсе «Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок» должны использоваться в процессе самостоятельной научно-исследовательской и педагогической работе при выполнении выпускной квалификационной работы аспиранта, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

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. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1	Раздел 1. Тема 1.1 Тема 1.2	2	2 2	- -	- -	4 4	

2	Раздел 2. Тема 2.1 Тема 2.2 Тема 2.3 Тема 2.4 Тема 2.5 Тема 2.6 Тема 2.7	2	2 2 2 2 2 2 2	-	-	4 4 4 4 4 4 4	Собеседование
3	Раздел 3. Тема 3.1 Тема 3.2 Тема 3.3 Тема 3.4	2	2 2 2 2			4 4 4 4	Собеседование
4	Раздел 4. Тема 4.1 Тема 4.2 Тема 4.3	2	2 2 2	-	-	4 4 4	
5	Раздел 5. Тема 5.1 Тема 5.2	2	2 2	-	-	4 4	Собеседование
	ИТОГО:		36			72	Зачет

4.1 ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

Раздел 1. Зарождение образования металлов и сплавов.

Тема 1.1 Переохлаждение расплава. Гомогенное зарождение образования. Законы Таммана.

Тема 1.2 Нерастворимые примеси. Гетерогенное зарождение образования. Правило Данкова.

Раздел 2. Основы теории сплавов.

Тема 2.1 Равновесная диаграмма состояния. Температурный и концентрационный интервалы кристаллизации сплавов.

Тема 2.2 Правило фаз. Правило рычага. Построение зависимости $m=f(C,t)$.

Тема 2.3 Равновесный коэффициент распределения. Характер нарастания твердой фазы в интервале кристаллизации.

Тема 2.4 Темп кристаллизации сплавов и расчетные методы его определения. Закально-микроструктурный анализ и экспериментальное определение темпа кристаллизации сплавов.

Тема 2.5 Два механизма образования твердой фазы при кристаллизации. Понятие $M_{расп}$ и $M_{вз}$. Формулы для расчета $M_{расп}$ и $M_{вз}$.

Тема 2.6 Обобщенный коэффициент распределения. Экспериментальный метод определения $M_{расп}$ и $M_{вз}$ сплавов.

Тема 2.7 Влияние показателей кристаллизации сплавов на процессы структурообразования.

Раздел 3. Равновесная кристаллизация сплавов.

Тема 3.1 Равновесная кристаллизация сплавов твердых растворов.

Тема 3.2 Равновесная кристаллизация сплавов с эвтектическим превращением.

Тема 3.3 Равновесная кристаллизация сплавов с перитектическим превращением.

Тема 3.4 Равновесная кристаллизация сплавов с монотектическим превращением.

Раздел 4. Неравновесная кристаллизация сплавов.

Тема 4.1 Влияние скорости охлаждения на интервал кристаллизации сплавов и положение критических точек на диаграмме состояния.

Тема 4.2 Скорость охлаждения сплавов и переохлаждение расплава. Точка бифуркации сплава. Переход сплава на новые пути кристаллизации.

Тема 4.3 Скорость охлаждения при кристаллизации и макроструктура литой заготовки.

Раздел 5. Конструирование сплавов.

Тема 5.1. Целенаправленное изменение показателей кристаллизации сплавов при помощи легирования. Правило аддитивности.

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 зачету. 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.

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 зачета и успеваемость определяется следующими оценками: «зачтено», «не зачтено». Критерии оценок представлены в табл.3.

Табл.3

Шкала оценивания (зачет)

Оценка	Критерии
зачтено	Аспирант показал творческий подход к освоению программы дисциплины, в совершенстве или в достаточной степени овладел теоретическими вопросами дисциплины, показал необходимые умения и навыки.
не зачтено	Аспирант имеет проблемы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет как минимум основными умениями и навыками.

Ниже приведены вопросы для контроля текущей успеваемости.

Собеседование №1.

1. Переохлаждение расплава. Гомогенное зародышеобразование. Законы Таммана.
2. Нерастворимые примеси. Гетерогенное зародышеобразование. Правило Данкова.
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 $m=fCt$.
6. Равновесный коэффициент распределения. Характер нарастания твердой фазы в интервале кристаллизации.

Собеседование №2

1. Темп кристаллизации сплавов и расчетные методы его определения. Заключено-микроструктурный 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 зачету по дисциплине

«Теоретические основы кристаллизации сплавов и затвердевания отливок»

1. Переохлаждение расплава. Гомогенное зародышеобразование. Законы Таммана.
2. Нерастворимые примеси. Гетерогенное зародышеобразование. Правило Данкова.
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. Закально-микроструктурный 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, монотектическим 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. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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.
<http://www.iprbookshop.ru/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. — ISBN 978-5-98281-341-1.
<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.
<http://www.iprbookshop.ru/29469>
4. Пикунов М.В., Коновалов К. Кристаллизация сплавов: учебное пособие / М.: МИСиС 2015—91с — ISBN 978-5-87623-825-2.

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.
<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. — Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. — 229 с. — ISBN 978-5-9984-0166-4.
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2977/1/00571.pdf>
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.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=509374>

Периодические издания:

Журналы «Литейное производство», «Литейщик России», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Цветные металлы».

Программное и коммуникационное обеспечение

В учебном процессе используется операционная система Windows, стандартные офисные программы.

Электронные версии пособий и методических разработок и указаний:

1. Кечин В.А. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине "Физико-химические основы синтеза сплавов" [Электронный ресурс] / В.А. Кечин, Е.С. Прусов ; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Электронные текстовые данные. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2011 . — 50 с.

<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2146/1/1412.doc>


Электронные ресурсы:


- <http://elibrary.ru>
- <http://mon.gov.ru>
- www.ruscasting.ru
- www.vlsu.ru

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации образовательного процесса по дисциплине используются лекционные аудитории кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов», оборудованные проекторами, ноутбук, рекламные проспекты и информационные материалы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.06.01 «Технологии материалов»


Рабочую программу составил
профессор кафедры ТФ и КМ, д.т.н.  В.А. Кечин

Рецензент главный технолог ООО «Казанское
литейно-инновационное объединение»  Е.В.Середа

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ
протокол № 3а от 19.06.2016 года

Заведующий ТФ и КМ  В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии направления 22.06.01 «Технологии материалов»
протокол № 3б от 19.06.2016 года

Председатель комиссии  В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 _____

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

Институт Машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра Технологии функциональных и конструкционных материалов

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № 3 от 19.06.2016 г.

Заведующий кафедрой
В.А.Кечин

Актуализация рабочей программы дисциплины

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

Направление подготовки 22.06.01 Технологии материалов

Направленность (профиль) подготовки Литейное производство

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения заочная

Владимир, 2016 г.

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена:

(подпись, должность, ФИО)

а) 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. — ISBN 978-5-94275-734-2.
<http://www.iprbookshop.ru/5150>
2. Бибиков Е.Л. Процессы кристаллизации и затвердевания: учеб. пособие / Е.Л. Бибиков, А.А. Ильин. — М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. — 352 с.: ил. — ISBN 978-5-98281-341-1.
<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.
<http://www.iprbookshop.ru/29469>
4. Пикунов М.В., Коновалов Кристаллизация сплавов: учебное пособие / М.: МИСиС 2015—91с — ISBN 978-5-87623-825-2.

б) 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.
<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. — Владимир : Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2011. — 229 с. — ISBN 978-5-9984-0166-4.
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2977/1/00571.pdf>
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.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=509374>

в) периодические издания:

Журналы «Литейное производство», «Литейщик России», «Известия вузов. Цветная металлургия», «Цветные металлы».

г) интернет-ресурсы:

1. Кечин В.А. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине "Физико-химические основы синтеза сплавов" [Электронный ресурс] / В.А. Кечин, Е.С. Прусов ; Владимирский государственный университет (ВлГУ). — Электронные текстовые данные. — Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2011 . — 50 с.

<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2146/1/1412.doc>

Электронные ресурсы:

- <http://elibrary.ru>
- <http://mon.gov.ru>
- www.ruscasting.ru
- www.vlsu.ru