

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра литейного производства  
(ЛП\_ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра литейного производства  
(ЛП\_ТФ)**

наименование кафедры

**С.В. Беляев**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ  
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Дисциплина Б1.В.04 Теория кристаллизации алюминиевых сплавов

Направление подготовки /  
специальность 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская  
программа 22.04.02.07 Теория и технология  
литейного производства цветных металлов и

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская программа

---

22.04.02.07 Теория и технология литейного производства цветных металлов и сплавов

---

Программу  
составили

д-р техн. наук , Зав. каф., Беляев Сергей  
Владимирович

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Основной целью дисциплины «Теория процессов кристаллизации алюминиевых сплавов» заключается в усвоении знаний о физико-химических процессах, происходящих при получении отливок из различных металлов и сплавов с момента приготовления жидкого расплава до охлаждения твердой заготовки; литейных свойствах, проявляющихся при течении жидкого металла.

Результатом освоения дисциплины является приобретение обучающимися следующих компетенций:

- ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии;
- ПКО-9: Способен применять знания теории и технологии металлургических процессов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности;
- ПК-4: Способен проводить расчеты и делать выводы при решении задач, относящихся к профессиональной деятельности.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

-формирование и развитие у магистров профессиональных компетенций согласно стандарту ФГОС ВО 22.04.02. «Металлургия»;

-теоретическая подготовка в области существующих и новых специальных технологий получения литых заготовок из сплавов цветных металлов;

-изучение особенностей проектирования литых заготовок, получаемых по специальным технологиям из различных сплавов цветных металлов;

-изучение теоретических особенностей формирования и получения литых заготовок из сплавов цветных металлов.

В результате изучения дисциплины магистров должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- уметь управлять процессами формирования качества отливок;
- совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы литья;
- производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества отливок;
- разрабатывать и осуществлять мероприятия по устранению дефектов в литых заготовках.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-1:Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии</b>	
Уровень 1	основы технологических процессов литейного производства
Уровень 1	разрабатывать технологические регламенты, технологические карты на новые изделия (отливки) из перспективных литейных сплавов и материалов
Уровень 1	способностью производить новые изделия (отливки) из перспективных литейных сплавов и материалов
<b>ПКО-9:Способен применять знания теории и технологии металлургических процессов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности</b>	
Уровень 1	теорию литейных процессов
Уровень 1	теоретически обосновывать и оптимизировать технологические процессы получения перспективных литейных сплавов и материалов
Уровень 1	методами оптимизации технологических процессов получения перспективных литейных сплавов и материалов
<b>ПК-4:Способен проводить расчеты и делать выводы при решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</b>	
Уровень 1	методики проведения литейных технологических экспериментов, а также осуществлять технологический контроль при производстве литейных сплавов и изделий из них
Уровень 1	проводить литейный технологический эксперимент, а также осуществлять технологический контроль при производстве литейных сплавов и изделий из них
Уровень 1	практическими навыками экспериментальных исследований и технологического контроля при производстве литейных сплавов и изделий из них

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Металловедение и термическая обработка алюминиевых сплавов  
Методы и приборы для исследования материалов литейного производства

Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения

Металловедение и термическая обработка алюминиевых сплавов  
Моделирование и оптимизация литейных технологий  
Технология литейного производства цветных металлов и сплавов  
Методология научных исследований  
Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

## 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,94 (34)</b>	<b>0,94 (34)</b>
занятия лекционного типа	0,33 (12)	0,33 (12)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,61 (22)	0,61 (22)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,06 (74)</b>	<b>2,06 (74)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Процесс формирования отливок.	4	6	0	0	ОПК-1 ПК-4 ПКО-9
2	Кристаллизация литейных сплавов.	4	6	0	0	ОПК-1 ПК-4 ПКО-9
3	Кристаллизация в форме.	2	6	0	0	ОПК-1 ПК-4 ПКО-9
4	Процесс охлаждения отливок и его следствия.	2	4	0	74	ОПК-1 ПК-4 ПКО-9
Всего		12	22	0	74	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Плавка металлов и сплавов в литейных цехах. Физико-химические процессы при плавке стали, чугуна, Процессы окисления, удаления газов; процессы раскисления; удаление серы фосфора; удаление газов.	4	0	0

2	2	Заливка форм. Выбор способа заливки и формы.	4	0	0
3	3	Процесс формирования отливки. Тепловые процессы при формировании отливки. Физико - химические процессы на поверхности формы.	2	0	0
4	4	Физические основы возникновения напряжений в отливках. Напряжения в реальных отливках. Фазовые напряжения в отливках. Термические напряжения. Усадочные напряжения.. Следствие напряжений в отливках. Коробление отливок. Трещины в отливках. Снижение напряжений в отливках. Термическая обработка отливок.	2	0	0
Всего			12	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Расчет объема печи для выплавки заданного количества сплава.	6	0	0
2	2	Моделирования процесса кристаллизации в зависимости от теплофизических параметров разовой формы.	6	0	0
3	3	Расчет параметров заполнения усадки и прибылей для конкретной отливки.	6	0	0
4	4	Расчет термических напряжений в отливках.	4	0	0

Всего		22	0	0
-------	--	----	---	---

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Мамина Л. И., Лесив Е. М.	Формовочные материалы и смеси: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов напр. подг. 150400.62 Металлургия]	Красноярск: СФУ, 2012

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Саначева Г. С., Степанова Т. Н., Гильманшина Т. Р.	Технология литейного производства: учеб.-метод. пособие [для самостоят. работы студентов спец. 150104.65]	Красноярск: СФУ, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Саначева Г.С., Степанова Т.Н.	Технология литейного производства: учеб.-метод. пособие	Красноярск: СФУ, 2011
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Мамина Л. И., Лесив Е. М.	Формовочные материалы и смеси: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов напр. подг. 150400.62 Металлургия]	Красноярск: СФУ, 2012

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a>
----	--	---

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение материала ставит следующие цели: усвоение лекционного материала; изучение материала, который не вошел в курс лекций; подготовка к семинарским, практическим и лабораторным занятиям; подготовка к промежуточному, текущему и заключительному контролю усвоения дисциплины и их успешная сдача. Для самостоятельной работы в аудиторские часы на лекциях, семинарских и практических занятиях под непосредственным руководством преподавателей используются различные способы активизации работы студентов. На лекциях - это обсуждение поднятых преподавателями проблем, контрольная проверка знаний всех студентов в начале или в конце лекции, включение элементов дискуссии, использование имитационных упражнений. На семинарских занятиях активизация аудитории обеспечивается за счет привлечения студентов в качестве докладчиков или выступающих, проведения групповых дискуссий, анализа конкретных ситуаций. На практических занятиях активность студентов достигается путем расширения работ проблемного характера, внедрения деловых игр, имитационных упражнений. Методы активного обучения обеспечивают приобретение студентами умений и навыков будущей работы. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов состоит из самоконтроля студента; самооценки студента; контроля преподавателя и оценки со стороны преподавателя. Реализация всех вышеперечисленных разновидностей самостоятельной работы формирует у студентов мотивацию к самостоятельному поиску, вырабатывает умения и навыки пользования различными источниками информации, обработки и восприятия этой информации, сопоставления, систематизации и обобщения фактического материала, синтеза ответов на поставленные вопросы и грамотного их изложения. Все это развивает творческие способности, вырабатывает собственное мнение и убеждение, самостоятельность мышления.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией –

10-15 минут.

- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 2 час в неделю.

- подготовка к практическому занятию – 2 час.

Основная литература

1. Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов: учеб. / Б. С. Чуркин. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2006. – 454 с.

2. Производство отливок из сплавов цветных металлов : учебник / А.В. Курдюмов, В.Д. Белов, М.В. Пикунов [и др.] ; под ред. В.Д. Белова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд. дом МИСиС, 2011. - 615 с

3. Физико-химические процессы рафинирования алюминия и его сплавов / В.И. Напалков, С.В. Махов, Б.Л. Бобрышев, В.С. Моисеев. - М. : Теплотехник, 2011. - 712 с.

Дополнительная литература.

1. Теория литейных процессов / под ред. проф. Ри Хосена. - Х. : РИОТИП, 2008. - 578 с.

2. Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве / Г.Я. Вагин, В.А. Коровин, И.О. Леушин [и др.] . - Нижний Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т, 2008. - 211 с.

3. Новые технологии и материалы в литейном производстве / под общ. ред. проф. А.И. Батышева. - М. : МГОУ, 2009. - 181 с.

4. Колыгин, А. В. Литейное производство: Основы энерго- и ресурсосбережение в литейном производстве / А. В. Колыгин, А. И. Орехова. -М. : Изд. Дом МИСИС, 2010. - 77 с.

5. Таволжанский, С. А. Производство слитков и сплавов: наполнительное литье слитков из цветных металлов и сплавов : учеб. пособие / С. А. Таволжанский. - М. : Изд. Дом МИСИС, 2013. - 58 с.

6. Жиганов, Н. К. Моделирование и оптимизация процессов дискретно- непрерывного литья цветных металлов и их сплавов / Н. К. Жиганов, И. Н. Вольнов, Е. Е. Фомина // Тверской государственный технический университет. - Тверь, 2009.

7. Тропников, Д. Л. Совершенствование производства сплавов цветных металлов / Д. Л. Тропников, С. Н. Матвиенко // Цветные металлы. - 2004. - №6.-С. 37-39.

8. Пикунов, М. В. Особенности кристаллизации сплавов твердых растворов / М. В. Пикунов, В. Е. Баженов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. - 2010. - № 11. - С. 3- 12.

## 9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

### 9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	В процессе лекционных и семинарских занятий используется следующее программное обеспечение:
9.1.2	- программы, обеспечивающие доступ в сеть Интернет (например, «Google Chrome»);
9.1.3	- программы, демонстрации видео материалов (например, проигрыватель «Windows Media Player»);
9.1.4	- программы для демонстрации и создания презентаций (например, «Microsoft PowerPoint»);
9.1.5	- программные комплексы «Procast» и «Deform-3D».

### 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Данный раздел заполняется в соответствии с требованиями соответствующих разделов ФГОС ВО:
9.2.2	- информационно-справочная система «Единое образовательное окно»,
9.2.3	- поисковые системы «Yandex», «Google».
9.2.4	Научная библиотека СФУ располагает следующими полнотекстовыми электронными информационными ресурсами:
9.2.5	1). Научная Электронная Библиотека e-LIBRARY.RU. Полнотекстовая коллекция «Российские академические журналы on-line» (издательство «Наука») включает 139 журналов. Заключено лицензионное соглашение (до ноября 2021 г.) об использовании ресурсов со свободным доступом с компьютеров университетской сети. <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> . 2). Электронная библиотека диссертаций РГБ - 420 тыс. авторефератов и диссертаций по всем отраслям знаний архив (1965-2010 гг) на русском языке, защищенные во всех институтах России, а также в СНГ и в некоторых других странах, поступающих как обязательный экземпляр рассылки в РГБ. Преимущественно фонд состоит из диссертаций, начиная с 2002 года, но есть и более ранние (с 1998 года). Доступ в читальных залах НБ СФУ.
9.2.6	3). Электронная библиотечная система «BOOK.RU» – содержит актуальную литературу по экономике, банковскому делу, бухгалтерскому учету, налогообложению, страховому делу, финансам, фондовому рынку, маркетингу, менеджменту, праву и юридическим наукам, информатике и вычислительной технике, психологии, философии и др. Доступ возможен с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.
9.2.7	4). Электронная библиотечная система Издательства «Лань» - доступны 4 основных тематических пакета: "Физика", "Математика", "Теоретическая механика", "Инженерные науки". Доступ сетевой. (В читальных залах НБ СФУ).
9.2.8	5). Nature Publishing Group – годовая подписка на научные электронные журналы издательства Nature Publishing Group: Nature Materials, Nature Nanotechnology. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.

9.2.9	6). QPAT - ПАТЕНТНАЯ БАЗА КОМПАНИИ Questel. Коллекция патентного фонда (QPAT) - самая полная в мире и содержит более 50 миллионов документов. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 0	7). Sage Premier – более 300 журналов в области социальных, гуманитарных и технических наук, (Humanities & Social Sciences ). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 1	8). Taylor&Francis - электронные журналы издательства Taylor&Francis (компания Metapress). Список ресурсов насчитывает более 1000 журналов по всем областям знаний. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 2	9). EBSCO Journals (компания EBSCO Publishing) - электронные журналы. Всего более 7000 названий журналов, 3,5 тысячи рецензируемых журналов. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 3	10). Web of Science (ISI) - Web of Science - мультидисциплинарная, реферативно-библиографическая база данных Института научной информации США (ISI), представленная на платформе Web of Knowledge компании Thomson Reuters. Авторитетнейшая база данных научного цитирования, которое становится в настоящее время важнейшим показателем оценки научных публикаций (еженедельное обновление – свыше 9000 научных журналов). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 4	11). Journal Citation Reports (JCR) компании Thomson Reuters на платформе Web of Knowledge. JCR предоставляет данные о научных журналах, полученные на основе обработки результатов цитирования публикуемых в них статей (импакт-факторы, индексы оперативности, времена полужизни цитирования, суммарное число цитирований). Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.
9.2.1 5	12). American Physical Society (APS) – Представлены журналы: Physical Review A online, Physical Review B online, Physical Review C online, Physical Review D online, Physical Review E online, Reviews of Modern Physics, Physical Review Letters online, Physical Review Online Archive (PROLA), Physical Review Special Topics - Accelerators & Beams, Physical Review Focus. Доступ через сеть Internet по IP адресам СФУ.

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

1. Лаборатория плавки и литья в разовые песчаные формы, оснащенная оборудованием для приготовления формовочных и стержневых смесей, электропечами для плавки металлов, стендами для изготовления разовых песчаных форм.
2. Лаборатория специальных способов литья, оснащенная оборудованием для изготовления отливок литьем в ручные кокили, оболочковые формы, литьем по выплавляемым моделям.
3. Лаборатория полунепрерывного литья слитков, оснащенная установкой вертикального полунепрерывного литья слитков.
4. Лаборатория совмещенных непрерывных процессов литья и обработки металлов давлением, оснащенная установками СЛИПП и СЛИК.
5. Лаборатория испытания формовочных материалов, оснащенная приборами для проведения испытаний формовочных и стержневых смесей.

6. Лаборатория дисперсных наноструктурированных, твердых, вязких и коллоидных материалов.