

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



Проректор  
по учебно-методической работе  
А.А. Панфилов

« 23 » апреля 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»**

Направление подготовки 22.04.02 «Металлургия»

Программа подготовки Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед. (час.)	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз./зачет)
II	3 (108)	18	18		36	Экзамен (36 час.)
Итого	3 (108)	18	18		36	Экзамен (36 час.)

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью дисциплины** «Теория и технология термической обработки» является формирование теоретических и практических знаний в области термической обработки, научных основ выбора видов и режимов термической обработки в условиях производства для достижения требуемых свойств.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются основные общекультурные и профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия» по программе подготовки «Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов».

Таблица 1. Требования к результатам освоения программы магистратуры

Код	Требования к результатам освоения программы магистратуры
ОК-11	Готовность использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности
ОПК-9	Способность проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний
ПК-1	Способность управлять реальными процессами обогащения и переработки сырья, получения и обработки металлов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Теория и технология термической обработки» относится к вариативной части блока 1 ОПОП ВО.

Знания и навыки, полученные при изучении данного курса, применяются студентами при изучении дисциплины: особенности проектирования технологии изготовления литых заготовок и при выполнении научно-исследовательской работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Теория и технология термической обработки» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства под воздействием внешних факторов (нагрева, охлажде-

ния и др.), их влияния на структуру, а структуры – на свойства современных металлических материалов (ОК-11); научные основы выбора видов и режимов термической обработки в условиях производства для достижения требуемых свойств (ОПК-9; ПК-1).

**Уметь:** приобретать новые знания и умения; использовать фундаментальные знания в профессиональной деятельности (ОК-11); назначать обоснованные режимы термической обработки для достижения требуемых свойств (ОПК-9; ПК-1).

**Владеть:** способностью проводить экспертизу процессов, материалов, методов испытаний (ОПК-9), приемами основных видов термической и химико-термической обработки (ОК-11, ПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Тема 1	2	1-2	2				4			
2	Тема 2	2	3-6	4	4			4	3/38	Рейтинг-контроль 1	
3	Тема 3	2	7-10	4				8	3/75		
4	Тема 4	2	11-12	2	4			4	2/33		
5	Тема 5	2	13-14	2	4			4	2/33	Рейтинг-контроль 2	
6	Тема 6	2	15-16	2	4			4	3/50		
7	Тема 7	2	17-18	2	2			8	2/50	Рейтинг-контроль 3	
<b>Всего</b>			<b>2</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>15/42</b>	<b>Экзамен</b>	

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### *Раздел 1. Термическая обработка стали.*

Тема 1. Введение. Классификация видов термической обработки. Теория термической обработки.

Тема 1.1. Превращение в стали при нагреве. Образование аустенита. Механизм и кинетика превращения. Рост зерна аустенита при нагреве.

Тема 1.2. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали. Диаграмма изотермического превращения аустенита.

Тема 1.3. Промежуточное превращение аустенита. Мартенситное превращение аустенита.

Тема 1.4. Превращения при отпуске закаленной стали.

Тема 2. Технология термической обработки стали.

Тема 2.1. Отжиг и нормализация стали.

Тема 2.2. Закалка стали. Обработка стали холодом.

Тема 2.3. Отпуск стали.

Тема 2.4. Способы нагрева. Охлаждающие среды. Термические напряжения. Методы предупреждения и уменьшения остаточных напряжений. Дефекты термически обработанных стальных изделий и полуфабрикатов.

Тема 3. Поверхностное упрочнение стальных изделий.

Тема 3.1. Упрочнение поверхности методом пластического деформирования.

Тема 3.2. Поверхностная закалка.

Тема 3.3. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование, алитирование, хромирование. Оксидирование.

### *Раздел 2. Термическая обработка цветных металлов и сплавов.*

Тема 4. Термическая обработка алюминиевых сплавов.

Тема 4.1. Взаимодействие алюминия с легирующими элементами и примесями. Классификация алюминиевых сплавов.

Тема 4.2. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Закалка. Старение. Возврат после старения.

Тема 4.3. Технология отжига листов термически не упрочняемых алюминиевых сплавов. Технология термической обработки листов термически упрочняемых алюминиевых сплавов.

Тема 4.4. Термомеханическая обработка.

Тема 4.5. Защитные атмосферы при термической обработке алюминиевых сплавов. Браки при термической обработке и методы контроля.

Тема 5. Термическая обработка меди и сплавов на её основе.

Тема 5.1. Взаимодействие меди с легирующими элементами и примесями. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация сплавов на основе меди.

Тема 5.2. Принципы выбора режимов отжига меди и ее сплавов. Принципы выбора режимов закалки и старения дисперсионно твердеющих сплавов.

Тема 5.3. Взаимодействие меди и ее сплавов с газами при термической обработке. Применение защитных атмосфер. Влияние различных факторов на эффективность защитных сред.

Тема 5.4. Виды брака при термической обработке меди и ее сплавов.

Тема 6. Термическая обработка титановых сплавов.

Тема 6.1. Взаимодействие титана с легирующими элементами и примесями. Коррозионная стойкость титана. Классификация титановых сплавов.

Тема 6.2. Фазовые превращения в титане и его сплавах. Принципы выбора режимов отжига. Принципы выбора режимов закалки и старения. Термическая обработка титановых сплавов. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

Тема 7. Термическая обработка никелевых сплавов.

Тема 7.1. Взаимодействие никеля с легирующими элементами и примесями. Классификация никелевых сплавов.

Тема 7.2. Термическая обработка никелевых сплавов. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

*Заключение.*

#### 4.3. Лекционный курс

Объем лекционной нагрузки составляет 50 % от общего объема аудиторной нагрузки.

Таблица 3. Распределение лекционной нагрузки по формам проведения

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем нагрузки (в часах)	
		Лекции в традиционной форме	Лекции-консультации в активной форме
1	Тема 1. Введение. Классификация видов термической обработки. Теория термической обработки	2	
2	Тема 2. Технология термической обработки стали	2	2
3	Тема 3. Поверхностное упрочнение стальных изделий	1	3
4	Тема 4. Термическая обработка алюминиевых сплавов	1	1
5	Тема 5. Термическая обработка меди и сплавов на её основе	1	1
6	Тема 6. Термическая обработка титановых сплавов	0	2
7	Тема 7. Термическая обработка никелевых сплавов	1	1
Итого		8	10
Всего лекционной нагрузки		18	

#### 4.4. Практические занятия

Практические занятия являются формой групповой аудиторной работы в небольших группах для освоения практических навыков с целью формирования



основных общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для освоения основной образовательной программы (ОК- 11; ОПК-9; ПК-1).

Таблица 4. Перечень тем практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Продолжительность
1.	Установление технологических параметров охлаждения деталей при закалке и выбор закалочной среды	4
2.	Металловедение и термическая обработка медных сплавов	4
3.	Металловедение и термическая обработка алюминиевых сплавов	4
4.	Металловедение и термическая обработка титановых сплавов	4
5.	Металловедение и термическая обработка никелевых сплавов	2
	Всего:	18

#### 4.5. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов является важнейшим компонентом образовательного процесса, развивающим их способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня (ОК-11; ОПК-9; ПК-1).

Цель самостоятельной работы - самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии, обобщать, оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы, а также критически анализировать полученные знания и аргументировано отстаивать свои предложения.

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, она включает в себя следующие виды работы студентов: опережающая самостоятельная работа, подготовка к практическим занятиям и подготовка к экзаменам. Опережающая самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентации с использованием стандартной программы в PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор).

В рамках проведения лекций и практических занятий запланирован разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных компетенций у обучающихся.

С целью активизации самостоятельной работы студентов целесообразно использование опережающей самостоятельной работы. Студенты самостоятельно изучают отдельные темы, отдельные вопросы, дополнительную литературу до изучения теоретического материала, что позволяет преподавателю опереться на изученный студентами материал. При этом вырабатываются значительный багаж знаний, навыков и умений, способность анализировать, осмысливать и оценивать современные события, решать профессиональные задачи на основе единства теории и практики, что гарантирует успешное освоение профессии.

Обсуждение студенческих докладов проходит в диалоговом режиме. Такая интерактивная технология развивает у студентов способность анализировать и синтезировать изучаемый материал, оформлять, представлять и докладывать его аудитории, умение вести дискуссию, аргументировано отстаивать свою точку зрения.

Программа предусматривает применение дистанционных образовательных технологий.

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

В соответствии с Положением о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов на основе набранных баллов, успеваемость студентов оценивается следующим образом:

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине, закрываемой семестровой аттестацией, равна 100.

В конце семестра по данной дисциплине предусмотрена сдача экзамена, и успеваемость определяется следующими оценкам: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» по следующей шкале:

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по данной дисциплине, включает две составляющие:

Первая составляющая – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению дисциплины в течение семестра (в сумме не более чем 60 баллов). Вторая составляющая оценки по дисциплине – оценка знаний студента на экзамене по 40-балльной шкале.

**Задания для рейтинг-контроля**  
(примерные варианты тестовых заданий)

**I рейтинг-контроль**

1. Диффузионный отжиг (гомогенизация)...
  - а) проводится при температурах на 30 – 50°С превышающих температуру солидус сплава;
  - б) это термическая обработка, заключающаяся в нагреве стали выше линии GSE и последующим охлаждении на воздухе;
  - в) протекает значительно быстрее в слитках и отливках большого сечения.
  - г) это термическая обработка, проводимая с целью устранения дендритной ликвации при температуре 1100-1200°С;
  
2. При нормализации заэвтектоидные стали нагревают до температуры ...
  - а) на 30-50° выше  $A_{cm}$ ;
  - б) на 30-50° выше  $A_{c1}$ ;
  - в) на 30-50° выше  $M_n$ ;
  - г) на 30-50° выше  $A_{c3}$ ;
  
3. По бездиффузионному механизму протекает превращение ...
  - а) мартенситное;
  - б) магнитное;
  - в) эвтектическое;
  - г) перлитное;
  
4. Структура стали 45 после полной закалки...
  - а) мартенсит небольшое количество остаточного аустенита;
  - б) мартенсит + феррит;
  - в) феррит + перлит;
  - г) бейнит;
  
5. Неполную закалку стали У12 проводят при температуре...
  - а) 820-840°С;
  - б) 760-780°С;
  - в) 660-680°С;
  - г) 350-450°С;
  
6. При распаде мартенсита ....
  - а) происходит увеличение размеров детали;
  - б) происходит уменьшение размеров детали;
  - в) размеры деталей остаются без изменений;
  
7. При распаде остаточного аустенита ...
  - а) происходит уменьшение размеров детали;
  - б) размеры деталей остаются без изменений;
  - в) происходит увеличение размеров детали;
  
8. Какие напряжения возникают при нагреве и охлаждении вследствие неодинакового протекания фазовых превращений по объему деталей с изменением удельного объема?
  - а) деформационные;
  - б) термические;
  - в) усадочные;
  - г) структурные;



9. Сорбит закалки и сорбит различаются...
- а) различий нет;
  - б) формой частиц цементит;
  - в) фазовым составом;
  - г) дисперсностью;
10. Для ..... обычно после закалки назначают высокий отпуск.
- а) рессор и пружин;
  - б) мерительных инструментов и подшипников;
  - в) валов и осей, испытывающих высокие статические и динамические нагрузки;
  - г) цементованных изделий;
11. Нагрев закаленной стали при  $150^{\circ}\text{C}$  ...
- а) стабилизирует структуру мартенсита, при этом уменьшается количество остаточного аустенита;
  - б) стабилизирует структуру мартенсита, но не влияет на остаточный аустенит;
  - в) приводит к образованию аустенитной структуры;
  - г) приводит к образованию мартенситной структуры;
12. Какой вид брака является неисправимым?
- а) дендритная ликвация;
  - б) недогрев;
  - в) пережог;
  - г) перегрев;
13. Каким образом можно устранить смешенную структуру мартенсита и троостита?
- а) закалкой с более интенсивным охлаждением;
  - б) заменить сталью с большим содержанием углерода и выполнить закалку по тем же режимам;
  - в) нормализацией;
  - г) рекристаллизационным отжигом;
14. Обработку холодом деталей из материала ШХ15 проводят с целью...
- а) повышения теплостойкости;
  - б) стабилизации размеров подшипников за счет распада остаточного аустенита;
  - в) увеличения ударной вязкости;
  - г) понижение порога хладноломкости;
15. Для полного отжига характерно охлаждение ...
- а) в масле;
  - б) в воде;
  - в) на воздухе;
  - г) вместе с печью.

## II рейтинг-контроль

1. Одновременное присутствие каких элементов позволяет повысить твердость азотированного слоя на поверхности до 1200HV?
- а) хрома, молибдена и бора;
  - б) углерода, алюминия и ванадия;
  - в) алюминия, хрома и молибдена;
  - г) марганца, хрома и молибдена;

2. В процессе нитроментации в слое образуется темная составляющая, которая обнаруживается на поверхности в виде темной точечной сетки ....
- а) при содержании азота 0,1-0,2%;
  - б) при содержании азота 1,2-1,8%;
  - в) при содержании азота 0,4-0,5%;
  - г) при содержании азота 0,8-1,2%;
3. Какой элемент устраняет отпускную хрупкость при медленном охлаждении азотированных деталей от температуры азотирования?
- а) алюминий;
  - б) марганец;
  - в) молибден;
  - г) вольфрам;
4. Какую цель преследует закалка дисперсионно твердеющих сплавов?
- а) добиться максимальной твердости и прочности;
  - б) подготовить сплав к старению и добиться максимальной пластичности для дальнейшей деформации;
  - в) заметно снизить механические свойства, полученные нагартовкой;
  - г) уменьшить остаточные напряжения;
5. Отжиг для уменьшения остаточных напряжений проводят при температурном интервале .....
- а) между линиями солидус и ликвидус;
  - б) ниже температуры начала рекристаллизации;
  - в) до максимально возможной температуры, не вызывающей оплавления структурных составляющих сплавов;
  - г) выше температуры начала рекристаллизации;
6. Какой из элементов оказывает отрицательное влияние на свойства меди?
- а) висмут;
  - б) алюминий;
  - в) кадмий;
  - г) цинк;
7. Какой из видов брака не характерен для меди и её сплавов?
- а) недогрев;
  - б) пережог;
  - в) карбидная ликвация;
  - г) перегрев;
8. Для каких бронз характерна хорошая начальная прирабатываемость, небольшой коэффициент трения и способность работать при достаточно высоких нагрузках?
- а) марганцевые;
  - б) свинцовые;
  - в) кремнистые;
  - г) алюминиевые;
9. Назовите основной легирующий элемент латуней?
- а) цинк;
  - б) кадмий;
  - в) никель;
  - г) алюминий;
10. Укажите температуру начала рекристаллизации для Л90?
- а) 700-750°C;
  - б) 500-540°C;
  - в) 180-230°C;
  - г) 340-370°C ;
11. Какой из нижеприведенных сплавов относится к дисперсионно твердеющим сплавам?
- а) Бр05;
  - б) Л90;
  - в) ЛО59-1;
  - г) БрБ2;

12. После какой термической обработки алюминиевым сплавам свойственна структура пересыщенного твердого раствора с дисперсными выделениями интерметаллидных фаз?

- а) после отжига;
- б) после закалки с последующим старением;
- в) после закалки;
- г) после термомеханической обработки;

13. В каком температурном интервале проводят нагрев под закалку сплава Д16?

- а) 320...332<sup>0</sup>С;
- б) 550...560<sup>0</sup>С;
- в) 485...503<sup>0</sup>С;
- г) 180..190<sup>0</sup>С;

14. Какие сплавы подвергаются закалке с последующим старением?

- а) Д1, Д16;
- б) АМг3, АМц;
- в) АК12 (АЛ2), АК5М (АЛ5);

15. Недостатком дуралюминов является .....

- а) низкая коррозионная стойкость;
- б) низкие прочностные свойства;
- в) малая плотность;
- г) склонность к росту зерна при нагреве;

### III рейтинг-контроль

1. ... применяется в тех случаях, когда возникшее по тем или иным причинам неравновесное состояние сплава обуславливает появление нежелательных свойств, чаще всего пониженной пластичности.

- а) Закалка;
- б) Отжиг слитков или деформированных полуфабрикатов;
- в) Термомеханическая обработка;
- г) Старение;

2. Какое кристаллическое строение имеет титан при температурах от 882,5<sup>0</sup>С до температуры плавления?

- а) гексагональная плотноупакованная решетка;
- б) тетрагональная решетка;
- в) гранецентрированная кубическая кристаллическая решетка;
- г) объемно центрированная кубическая кристаллическая решетка;

3. Какие элементы понижают температуру полиморфного превращения титана, т.е. являются β-стабилизаторами?

- а) хром, марганец, железо, медь;
- б) углерод, азот, кислород;
- в) олово, цирконий, германий;

4. Какие элементы повышают температуру полиморфного превращения титана, т.е. являются α-стабилизаторами?

- а) хром, марганец, железо, медь;
- б) углерод, азот, кислород;
- в) олово, цирконий, германий;

5. Что представляет собой  $\omega$ -фаза?
- а) Это фаза, имеющая игольчатое строение, представляет собой пересыщенный твердый раствор замещения легирующих элементов в  $Ti_\alpha$  с ГПУ решеткой;
  - б) Фаза с ромбической решеткой, образующаяся при большей степени легированности;
  - в) Метастабильная промежуточная фаза с гексагональной решеткой;
  - г) Твердый раствор легирующих элементов в  $Ti_\beta$  с ОЦК решеткой;
6. Каким образом обеспечивается защита титана и его сплавов от газонасыщения?
- а) плакированием;
  - б) защитными покрытиями;
  - в) отжигом;
  - г) борированием;
7. Какие из нижеперечисленных титановых сплавов относятся к  $(\alpha+\beta)$ -сплавам?
- а) OT4-1, OT4, BT20;
  - б) BT5, BT5-1;
  - в) BT6, BT14, BT22;
8. Установите температуру закалки сплава BT14.
- а) 500-540°C;
  - б) 360-410°C;
  - в) 700-750°C;
  - г) 870-910°C;
9. Двойной ступенчатый отжиг титановых сплавов .....
- а) не вносит существенного изменения в уровень механических свойств;
  - б) приводит к повышению пластичности и термической стабильности;
  - в) приводит к разупрочнению;
  - г) приводит к повышению прочностных свойств при некотором снижении пластичности;
10. Как исправить крупнозерную структуру титана и его сплавов?
- а) гомогенизационным отжигом;
  - б) двойным ступенчатым отжигом;
  - в) рекристаллизационным отжигом;
  - г) изотермическим отжигом;
11. Какой вид термической обработки не проводится для титановых сплавов?
- а) изотермический отжиг;
  - б) отжиг для уменьшения остаточных напряжений;
  - в) гомогенизационный отжиг;
  - г) рекристаллизационный отжиг;
12. Недостатком жаропрочных литейных никелевых сплавов является
- а) отсутствие вторичных фаз;
  - б) склонность к водородной болезни;
  - в) пониженная пластичность, особенно в интервале рабочих температур;
  - г) низкая коррозионная стойкость;

13. В никелевых сплавах растворение карбидов хрома происходит при  $1150^{\circ}\text{C}$ , закалку проводят с  $1080^{\circ}\text{C}$ . Чем объясняется принятая температура закалки?
- а) наличие карбидов не влияет на требуемые свойства;
  - б) наличие карбидов позволяет более полному выделению  $\gamma'$ -фазы;
  - в) растворение карбидов будет происходить во время повторного нагрева до  $1180^{\circ}\text{C}$ ;
  - г) некоторое количество нерастворенных карбидов ограничивает рост зерна и обеспечивает места для последующего зарождения карбидов при старении;
14. Приведите примеры жаропрочных сплавов на основе никеля. \_\_\_\_\_
15. Чем объясняется высокая жаростойкость сплавов никеля с хромом? \_\_\_\_\_

### Экзаменационные вопросы

1. Классификация видов термической обработки.
  2. Превращение в стали при нагреве. Образование аустенита. Механизм и кинетика превращения. Рост зерна аустенита при нагреве.
  3. Диффузионные превращения аустенита при охлаждении стали. Диаграмма изотермического превращения аустенита.
  4. Промежуточное превращение аустенита. Мартенситное превращение аустенита.
  5. Превращения при отпуске закаленной стали.
  6. Отжиг и нормализация стали.
  7. Закалка стали.
  8. Обработка стали холодом.
  9. Отпуск стали.
  10. Способы нагрева. Охлаждающие среды. Термические напряжения. Методы предупреждения и уменьшения остаточных напряжений.
  11. Дефекты термически обработанных стальных изделий и полуфабрикатов.
  12. Упрочнение поверхности методом пластического деформирования.
  13. Поверхностная закалка.
  14. Химико-термическая обработка стали: цементация, азотирование, нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование.
  15. Химико-термическая обработка стали: алитирование, хромирование.
  16. Оксидирование.
  17. Взаимодействие алюминия с легирующими элементами и примесями.
- Классификация алюминиевых сплавов.
18. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Закалка. Старение. Возврат после старения.
  19. Технология отжига листов термически не упрочняемых алюминиевых сплавов. Технология термической обработки листов термически упрочняемых алюминиевых сплавов.
  20. Термомеханическая обработка алюминия.

21. Защитные атмосферы при термической обработке алюминиевых сплавов. Брак при термической обработке и методы контроля.
22. Взаимодействие меди с легирующими элементами и примесями. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация сплавов на основе меди.
23. Принципы выбора режимов отжига меди и ее сплавов. Принципы выбора режимов закалки и старения дисперсионно твердеющих сплавов.
24. Взаимодействие меди и ее сплавов с газами при термической обработке. Применение защитных атмосфер. Влияние различных факторов на эффективность защитных сред. Виды брака при термической обработке меди и ее сплавов.
25. Взаимодействие титана с легирующими элементами и примесями. Коррозионная стойкость титана. Классификация титановых сплавов.
26. Фазовые превращения в титане и его сплавах. Принципы выбора режимов отжига. Принципы выбора режимов закалки и старения. Термическая обработка титановых сплавов. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.
27. Взаимодействие никеля с легирующими элементами и примесями. Классификация никелевых сплавов.
28. Термическая обработка никелевых сплавов. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

### **Темы для самостоятельной работы**

#### *Раздел 1. Термическая обработка стали.*

Тема 1. Введение. Классификация видов термической обработки. Теория термической обработки.

Тема 1.1. Рост зерна аустенита при нагреве.

Тема 1.2. Диаграмма изотермического превращения аустенита.

Тема 1.3. Промежуточное превращение аустенита.

Тема 1.4. Превращения при отпуске закаленной стали.

Тема 2. Технология термической обработки стали.

Тема 2.2. Обработка стали холодом.

Тема 2.3. Отпуск стали.

Тема 2.4. Способы нагрева. Охлаждающие среды. Термические напряжения.

Тема 3. Поверхностное упрочнение стальных изделий.

Тема 3.2. Поверхностная закалка.

Тема 3.3. Химико-термическая обработка стали: цианирование, борирование, силицирование, алитирование, хромирование.

#### *Раздел 2. Термическая обработка цветных металлов и сплавов.*

Тема 4. Термическая обработка алюминиевых сплавов.

Тема 4.1. Взаимодействие алюминия с легирующими элементами и примесями.

Тема 4.2. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Закалка. Старение. Возврат после старения.

Тема 4.4. Термомеханическая обработка.

Тема 4.5. Защитные атмосферы при термической обработке алюминиевых сплавов. Брак при термической обработке и методы контроля.

Тема 5. Термическая обработка меди и сплавов на её основе.



Тема 5.1. Взаимодействие меди с легирующими элементами и примесями. Влияние примесей на структуру и свойства меди.

Тема 5.3. Взаимодействие меди и ее сплавов с газами при термической обработке. Применение защитных атмосфер. Влияние различных факторов на эффективность защитных сред.

Тема 5.4. Виды брака при термической обработке меди и ее сплавов.

Тема 6. Термическая обработка титановых сплавов.

Тема 6.1. Взаимодействие титана с легирующими элементами и примесями. Коррозионная стойкость титана.

Тема 6.2. Фазовые превращения в титане и его сплавах. Принципы выбора режимов отжига. Принципы выбора режимов закалки и старения. Термическая обработка титановых сплавов. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

Тема 7. Термическая обработка никелевых сплавов.

Тема 7.1. Взаимодействие никеля с легирующими элементами и примесями.

Тема 7.2. Дефекты термически обработанных изделий и полуфабрикатов.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

1. Картонова Л. В. Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ / Л. В. Картонова, В. А. Кечин. – Владимир: Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), 2014. – 176 с. Издание на др. носителе: Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ [Электронный ресурс], ISBN 978-5-9984-0503-7.

2. Материаловедение и технология материалов: Учебное пособие / К.А. Батышев, В.И. Безпалько; Под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 288 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-004821-5 <http://znanium.com/bookread2.php?book=397679>

3. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006899-2, <http://znanium.com/bookread2.php?book=413166>

### *Дополнительная литература:*

1. Металлография металлов, порошковых материалов и покрытий, полученных электроискровыми способами: Монография / В.Н. Гадалов, В.Г. Сальников, Е.В. Агеев, Д.Н. Романенко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 468 с. - ISBN 978-5-16-009752-7. <http://znanium.com/bookread2.php?book=456122>

2. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие / Е.Г. Зарембо. - М.: УМЦ ЖДТ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9755999400475.html>

3. Материаловедение. Применение и выбор материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – <http://www.studentlibrary.ru / book / ISBN9785938081406.html>

4. Покрытия различного назначения для металлических материалов: Учебное пособие/ А.А.Ильин, Г.Б.Строганов, С.В.Скворцова - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 144 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Совр. технол.: Магистратура). ISBN 978-5-98281-355-8, <http://znanium.com/bookread2.php?book=415572>

*Периодические издания:*

Журналы «Вопросы материаловедения», «Материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов», «Вестник машиностроения».

*Программное и коммуникационное обеспечение*

Операционная система Windows, стандартные офисные программы.

*Электронные версии пособий и методических разработок и указаний:*

1. Мини-словарь толкования основных терминов по дисциплине «Материаловедение» / Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова. Владимир, 2011. – 32 с.

2. Условные обозначения марок металлических материалов/ Владим. гос. ун-т; Сост.: Л.В.Картонова, Н.А. Елгаев. Владимир: ООО Полиграм.- 2011, 20 с.

*Электронные ресурсы*

1. Материаловедение [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие / Е.Г. Зарембо. - М.: УМЦ ЖДТ, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru / book / ISBN9755999400475.html>

2. Материаловедение. Применение и выбор материалов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солнцев Ю.П., Борзенко Е.И., Вологжанина С.А. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2007. – <http://www.studentlibrary.ru / book / ISBN9785938081406.html>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные аудитории, оборудованные проекторами. Ноутбук.
2. Альбомы микроструктур.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.04.02 «Металлургия» по программе «Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов»

Рабочую программу составила  
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Л.В. Картонова

Рецензент, главный технолог ООО «Казанское  
литейно-инновационное объединение» \_\_\_\_\_ Е.В. Серeda

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ  
протокол № 76 от 22 апреля 2015 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.04.02 «Металлургия»

протокол № 7 от 22 апреля 2015 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ В.А. Кечин

Программа переутверждена:

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТФ и КМ \_\_\_\_\_