

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



Утверждаю

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Упрочняющие технологии покрытия

Направление подготовки: 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Асташенко В.И. (Кафедра материалов, технологий и качества, Автомобильное отделение), VIAsaschenko@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

Должен уметь:

- проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

Должен владеть:

- условиями эксплуатации для подбора материалов с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способностью проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов (Материаловедение и технологии материалов)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 120 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Понятие об упрочнении	1	2	2	0	24
2.	Тема 2. Характеристика, виды и сущность процессов упрочнения	1	4	4	0	24
3.	Тема 3. Поверхностное упрочнение	1	2	2	0	24
4.	Тема 4. Технологии деформационного упрочнения	1	0	4	0	24
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>						
5.	Тема 5. Технологии нанесения гальванических композиционных покрытий	1	0	4	0	24

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Введение. Понятие об упрочнении**

Достижения отечественных и зарубежных ученых в создании и использовании защитных и упрочняющих слоев с заданными свойствами. Новые методы упрочнения поверхности и упрочненного слоя в создании высококачественной продукции и повышении надежности и работоспособности деталей машин и инструмента. Значения высокой поверхностной твердости деталей и методы ее обеспечения. Понятие о химико-термической обработке. Прокаливаемость сталей

**Тема 2. Характеристика, виды и сущность процессов упрочнения**

Классификация методов поверхностного упрочнения и основные его виды: химико-термическая обработка, закалка с нагрева ТВЧ, ППД, напыление, дробенаклеп и т.д. Характеристика видов ХТО: цементация, нитроцементация, азотирование и борирование. Механизм процесса насыщения и формирования упрочненного слоя. Инженерия поверхности деталей машин методами ХТО. Сравнительная характеристика процессов упрочнения по достигаемому эффекту, экономичности, технологичности. Характеристика процессов упрочнения стальных изделий методами закалки с нагрева ТВЧ, в том числе и концентрированными источниками энергии, ППД, наплавки, напыления и т.д. Сущность процесса насыщения. Виды цементации: газовая и в твердом карбюризаторе. Стали для цементации, свойства и структура цементованных слоев. Газовые насыщающие атмосферы, влияние температурно-временных параметров и состава атмосферы на структуру и свойства поверхности. Составы паст, твердых и расплавленных карбюризаторов. Характеристика цементованного слоя. Термическая обработка цементованных изделий. Виды брака цементованных изделий, методы его предупреждения и исправления. Контроль качества цементованных изделий и процесса ХТО. Высокотемпературная цементация и цементация в вакууме, их перспективы и эффективность. Сущность и назначение процесса. Газовая и жидкостная нитроцементация. Достоинства процесса азотирования перед другими способами ХТО. Технология газового азотирования Азотирование в тлеющем разряде и электростатическом поле. Режимы азотирования деталей машин и инструменты из различных

марок сталей. Дефекты азотированных деталей и упрочненного слоя. Нитрозакалка: сущность, свойства поверхностного слоя, применение. Азотирование чугуна и тугоплавких металлов. Азотирование в жидких средах (цианирование). Составы ванн. Свойства инструментальных сталей после цианирования. Особенности антикоррозионного азотирования. Азотирование деталей сложной формы. Схема индукционного нагрева. Понятие о поверхностном эффекте. Глубина проникновения индукционных токов. График индукционного нагрева. Температура закалки при различных скоростях нагрева. Внутренние напряжения. Способы индукционной закалки, применяемые индукторы. Марки углеродистых и легированных сталей подвергаемых поверхностной закалке. Свойства упрочненных деталей. Технология рационального выбора сплавов и способов их упрочнения

**Тема 3. Поверхностное упрочнение**

Многие детали машин работают в условиях трения и подвергаются действию ударной и изгибающей нагрузки, поэтому они должны иметь твердую, износостойкую поверхность, прочную и одновременно вязкую и пластичную сердцевину. Это достигается поверхностным упрочнением. Назначение поверхностного упрочнения: повышение прочности, твердости, износостойкости поверхностных слоев деталей при сохранении вязкой, пластичной сердцевины для принятия ударной нагрузки.

У деталей машин, работающих при динамических и циклических нагрузках, трещины усталости возникают в поверхностных слоях под влиянием растягивающих напряжений. Если на поверхности создать остаточные напряжения сжатия, то растягивающие напряжения от нагрузок в эксплуатации будут меньше и увеличится предел выносливости (усталости). Создание в поверхностных слоях деталей напряжений сжатия, второе

назначение поверхностного упрочнения.

Техническими условиями на изготовление детали задаются твердость и глубина упрочненного слоя, а также прочность и вязкость сердцевины. Основные методы поверхностного упрочнения можно разделить на три группы: механические - пластическое деформирование поверхностных слоев, создание наклепа (нагартовки); термические - поверхностная закалка;

химико-термическая обработка - цементация, азотирование, хромирование и другие.

#### Тема 4. Технологии деформационного упрочнения

Теоретические основы деформационного упрочнения. Тепловые условия процесса деформационного упрочнения. Оптимизация режимов деформационного упрочнения. Обкатывание. Выглаживание. Калибрование. Алмазное выглаживание. Дорнование. Чеканка. Восстановление методом пластической деформации. Принципы комбинирования механического и теплового упрочняющего воздействия. Электромеханическая обработка.

#### Тема 5. Технологии нанесения гальванических композиционных покрытий

Физические основы нанесения гальванических покрытий. Свойства гальванических покрытий.

Гальванические композиционные покрытия. Технологические схемы наладок нанесения гальванических покрытий. Безтоковые методы нанесения гальванических покрытий. Область применения гальванических покрытий. Методы определения сцепляемости покрытия.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

#### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-6	1. Введение. Понятие об упрочнении 2. Характеристика, виды и сущность процессов упрочнения 3. Поверхностное упрочнение 4. Технологии деформационного упрочнения 5. Технологии нанесения гальванических композиционных покрытий
2	Контрольная работа	ПК-6	1. Введение. Понятие об упрочнении 2. Характеристика, виды и сущность процессов упрочнения 3. Поверхностное упрочнение 4. Технологии деформационного упрочнения 5. Технологии нанесения гальванических композиционных покрытий

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Реферат	ПК-6	1. Введение. Понятие об упрочнении 2. Характеристика, виды и сущность процессов упрочнения 3. Поверхностное упрочнение 4. Технологии деформационного упрочнения 5. Технологии нанесения гальванических композиционных покрытий
	<b>Экзамен</b>	ПК-3	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	3



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3, 4, 5

- Преимущества и недостатки технологий газопламенной, лазерной, плазменной закалки и закалки ТВЧ.
- Выбор способа поверхностной закалки в зависимости от размеров деталей, их формы и условий эксплуатации.
- Преимущества и недостатки технологий газопламенной, плазменной и лазерной наплавки.
- Способы подачи наплавочного материала на поверхность детали.
- Подготовка поверхности детали перед наплавкой.
- Проследить связь диаграммы Fe-C и Fe-N со структурой цементированного и азотированного слоёв.
- Дать определение цементруемым и азотируемым сталям.
- Выделить достоинства и недостатки различных методов цементации и азотирования.
- Рассмотреть особенности технологии алитирования из газовой фазы и электролитическим методом.
- Познакомиться со способами подготовки поверхности деталей перед алитированием и назначением этой технологической операции.
- Рассмотреть особенности выбора режима алитирования низкоуглеродистых, легированных и жаропрочных сталей.
- Какие остаточные напряжения формируются при диффузионном борировании и алитировании и их влияние на эксплуатационные свойства деталей?

**2. Контрольная работа**

Темы 1, 2, 3, 4, 5

- Обосновать способ восстановления прокатного валка из стали марки 9Х2МФ и предложить марку материала для восстановления.
- Обосновать выбор способа упрочнения поверхности рабочей лопатки газовой турбины авиационного двигателя, изготовленной из сплава ЖС6К.
- Обосновать выбор способа упрочнения поверхности штока выпускного клапана дизельного двигателя (сталь

ЭИ69), эксплуатируемого в условиях трения в паре с чугунной втулкой при температурах 300 - 4500 С в агрессивной среде.

4. Обосновать способ упрочнения (восстановления) поверхности молотков известковых дробилок, изготавливаемых из стали марки Ст5 и эксплуатируемых в условиях интенсивного износа.
5. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности сопловой лопатки газовой турбины судового двигателя из высокохромистого жаропрочного никелевого сплава.
6. Обосновать способ восстановления вала коксовой дробилки и предложить марку материала для восстановления.
7. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности рабочей лопатки стационарной газоперекачивающей установки.
8. Обосновать способ восстановления звёздочек агломерационных дробилок и выбрать марку материала для восстановления.
9. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности штампа горячего деформирования из стали марки 5ХНМ.
10. Обосновать способ восстановления деталей загрузочного устройства доменной печи.
11. Обосновать выбор способа восстановления поверхности входной кромки лопатки паровой турбины.
12. Обосновать способ упрочнения поверхности буров для вскрытия чугунных леток доменных печей.
13. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности цапф металлургических печей.
14. Обосновать способ восстановления поверхности штампа холодного деформирования и предложить марку материала для восстановления.
15. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности инструмента из стали марки Р6М5.
16. Обосновать химический состав и способ нанесения покрытия для снижения температуры рабочей поверхности детали, эксплуатируемой без воздействия механических нагрузок.
17. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности зубчатых колёс из стали марки 18ХГТ.
18. Обосновать способ восстановления бандажной полки лопатки стационарной газовой турбины из сплава ЭИ929.
19. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности резца из стали марки Р6М3.
20. Обосновать способ восстановления прокатного вала из стали марки 70 и предложить марку материала для восстановления.
21. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности резца из стали марки У12А.
22. Обосновать способ восстановления прокатного вала из стали марки 60ХН и предложить марку материала для восстановления.
23. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности протяжки из стали Р3М3.
24. Обосновать способ восстановления прокатного вала из стали марки У10А и предложить марку материала для

восстановления.

25. Обосновать выбор способа упрочнения поверхности сочленения золотниковой пары.

26. Обосновать способ восстановления прокатного вала из стали марки 45 и предложить марку материала для восстановления.

### 3. Реферат

Темы 1, 2, 3, 4, 5

1. Технология нанесения TiAlN (AlTiN) с монометаллических катодов - Ti и Al.
2. Технологии нанесения чистых металлов и соединений на их основе.
3. Технология нанесения упрочняющих покрытий на инструмент для высокоскоростной механической обработки.
4. Технология нанесения толстых защитных покрытий.
5. Технология получения многослойных материалов и покрытий.
6. Технология получения диффузионных приповерхностных слоев и комбинированных слоев - диффузионный подслоя+покрытие (например, азотирование+покрытие).
7. Технологии получения барьерных и контактных слоев для элементов микроэлектроники
8. Наноразмерных углеродных и алмазоподобных покрытий (DLC).
9. Технологии получения материалов и покрытий на основе нитридной керамики
10. Многослойные материалы с наноразмерными толщинами отдельных слоев

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Цементация в твердом карбюризаторе.
2. Цементация в газовой среде.
3. Цементация в вакууме
4. Термостойкие покрытия на металлоизделиях, технология нанесения и контроль качества изделий
5. Нитроцементация. Составы и контроль насыщающих атмосфер
6. Поверхностные износостойкие покрытия
7. Контроль качества цементованных и нитроцементованных изделий.



8. Новые марки стали для поверхностного упрочнения
9. Газовое азотирование. Технология, состав насыщающей атмосферы и ее контроль.
10. Химико-термическая обработка чугуна
11. Азотирование в тлеющем разряде. Режимы и особенности азотирования инструмента и деталей машин.
12. Поверхностные износостойкие покрытия
13. Дефекты при борировании. Контроль качества и структура упрочненных слоев.
14. Требования к сталям, подвергаемым азотированию. Контроль качества упрочненного слоя.
15. Классификация методов поверхностного упрочнения. Достоинства, недостатки и области применения.
16. Борирование стали из порошкообразной смеси.
17. Технология, сущность и составы смесей.
18. Закалка цементованных деталей с нагрева ТВЧ.
19. Контроль качества упрочненной поверхности.
20. Азотирование в тлеющем разряде.
21. Режимы и особенности азотирования инструмента и деталей машин.
22. Поверхностная закалка с нагрева токами высокой частоты.
23. Оборудование и сущность процесса.
24. Титанирование. Цель, назначение и технология металлизации
25. Классификация методов поверхностного упрочнения. Достоинства, недостатки и области применения.
26. Алюмосилицирование стальных изделий
27. Диффузионная металлизация.
28. Вольфрамирование
29. Особенности антикоррозионного азотирования.
30. Азотирование деталей сложной формы.
31. Термостойкие покрытия на металлоизделиях
32. Технология нанесения и контроль качества изделий

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	30
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Журнал ?Упрочняющие технологии и покрытия? -

[https://www.mashin.ru/eshop/journals/uprochnyayuwie\\_tehnologii\\_i\\_pokrytiya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/uprochnyayuwie_tehnologii_i_pokrytiya/)

Технологии нанесения упрочняющих покрытий - <https://vacuum-plants.ru/technology/uprochnjayshie>

Материаловедение - [www.materialscience.ru](http://www.materialscience.ru)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения лекционных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях: вводная лекция; информационная лекция; презентационная лекция. В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий лекционные занятия могут проводиться на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории и иных дистанционных ресурсах.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. После выполнения всех указанных пунктов следует защита работы. Работы оформляются в виде отчета. Оформление осуществляется в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт Times New Roman ♦ 14, интервал 1,5. Текст располагают на листе соблюдая следующие поля: верхнее - 1,0 см., нижнее -1 см., левое - 3,0 см., правое - 1,0 см. Отступ первой строки абзаца (красная строка) 1,27 см. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий занятия могут проводиться на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории и иных дистанционных ресурсах.
самостоятельная работа	В рамках самостоятельной работы идет изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, а также по конспектам лекций; устному опросу. Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе 'ZNANIUM.COM', Лань и др. доступ к которым предоставлен обучающимся. Формами контроля выполнения самостоятельной работы являются устный опрос по теоретическому материалу, проверка и защита отчета по результатам выполнения работ. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий контроль самостоятельной работы может проводиться на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории и иных дистанционных ресурсах.
устный опрос	Устный опрос проводится на лабораторных занятиях, обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя. Для подготовки к устному опросу рекомендуется использовать лекционный материал, а также источники основной и дополнительной литературы. Рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий устный опрос может осуществляться на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams"; в Виртуальной аудитории и иных дистанционных ресурсах.
контрольная работа	При выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться полученными знаниями по пройденной тематике раздела дисциплины. В работе имеется название, исходные данные, вывод. Для защиты и сдачи контрольной работы необходимо учитывать контрольные вопросы по данному разделу. Контрольная работа содержит аргументированный развернутый вариант. Процедура текущего контроля успеваемости обучающихся может проводиться с использованием электронной информационно-образовательной среды КФУ, дистанционных образовательных технологий.
реферат	При подготовке реферата необходимо руководствоваться исходными данными, знаниями по пройденной тематике раздела дисциплины. В реферате должно быть название, исходные данные, содержание, вывод по разделу. Для защиты и сдачи реферата необходимо учитывать контрольные вопросы по данному разделу. Реферат обязательно должен содержать все ссылки на используемые источники литературы, интернет ссылки, статьи, журналы, книги. Процедура текущего контроля успеваемости обучающихся может проводиться с использованием электронной информационно-образовательной среды КФУ, дистанционных образовательных технологий.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на экзамен содержатся 2 вопроса и проектное задание. Общая теоретическая подготовка согласно рекомендуемым источникам. Процедура текущего контроля успеваемости обучающихся может проводиться с использованием электронной информационно-образовательной среды КФУ, дистанционных образовательных технологий.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 22.04.01 "Материаловедение и технологии материалов" и магистерской программе "Материаловедение и технологии материалов".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

#### Основная литература:

1. Солнцев Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирирайнен. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 664 с. - ISBN 978-5-8114-3921-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118630> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.
2. Жуков В. А. Конструктивная прочность. Конструкционные стали и сплавы : учебное пособие / В. А. Жуков. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 264 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-012956-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168665> (дата обращения: 04.06.2021). - Текст : электронный.
3. Ковалева А. А. Специальные стали и сплавы : учебное пособие / А. А. Ковалева, Е. С. Лопатина, В. И. Аникина. - Красноярск : СФУ, 2016. - 232 с. - ISBN 978-5-7638-3470-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967770> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Галимов Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 268 с. - ISBN 978-5-8114-4864-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/126707> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.
2. Киселев Е. С. Управление формированием остаточных напряжений при изготовлении ответственных деталей : монография / Е. С. Киселев, О. В. Благовский. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 140 с. - ISBN 978-5-8114-2740-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/102591> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.
3. Перфилов М. Е. Материаловедение и технология конструкционных материалов : курс лекций / Новосибир. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т.; сост.: М. Е. Перфилов. - Новосибирск, 2012. - 283 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516398> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.
4. Материаловедение и технологии конструкционных материалов / О. А. Масанский, В. С. Казаков, А. М. Токмин [и др.]. - Красноярск : СФУ, 2015. - 268 с. - ISBN 978-5-7638-3322-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550252> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.
5. Аникина В. И. Структура и свойства алюминиево-магниевого сплава : монография / В. И. Аникина, Т. Р. Гильманшина, В. Н. Баранов. - Красноярск: Сибир. федер. ун-т, 2012. - 112 с. - ISBN 978-5-7638-2637-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492798> (дата обращения: 10.08.2020). - Текст : электронный.



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.01 Упрочняющие технологии покрытия

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки: Материаловедение и технологии материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.