

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ:
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учётные данные |
|--|---|
| Модуль Технологии специальных высокотемпературных покрытий | Код модуля 1125233 М.1.61 М.1.68 |
| Учебный план в ЕИСУ | № 6062 |
| Образовательная программа Металлургия | Код ОП 22.03.02/01.01 |
| Траектории образовательной программы (ТОП) | ТОП 4 Литейное производство и упрочняющие технологии |
| Направление подготовки Металлургия | Код направления и уровня подготовки 22.03.02 |
| Уровень подготовки Бакалавриат | |
| ФГОС 22.03.02 Metallurgy | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015 |

Программа модуля составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Учёная степень, учёное звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|-------|--|----------------------------------|-----------|--|---------|
| 1 | Березовский Александр Владимирович | к.т.н. | доцент | Литейного производства и упрочняющих технологий | |

Руководитель модуля

А.В. Березовский

**Рекомендовано учебно-методическим советом
института новых материалов и технологий**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г

М.П. Шалимов

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель ОП, для которой реализуется модуль

В.В. Шимов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕХНОЛОГИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ»

1.1. Объем модуля, 9 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Технологии специальных высокотемпературных покрытий» относится к вариативной части (по выбору студента) образовательной программы 22.03.02/01.01 «Металлургия» и включает дисциплины «Моделирование процессов соединений», «Технологии наплавки и напыления».

При освоении модуля изучаются статически определимые системы конструкций, основы выбора способа нанесения покрытий.

Даются понятия конструкционных и наплавочных материалов, принципов проектирования и расчета прочности наплавочных покрытий, причин возникновения напряжений и деформаций при наплавке, а также влияния технологии изготовления на работоспособность наплавленных изделий, структуры технологического процесса производства сварных конструкций и вопросов его оптимизации.

В ходе освоения модуля изучается методика проектирования наплавочного производства, методики разработки производств для наплавки и напыления, разработке технологических процессов наплавочного производства с учетом их экономической эффективности, расчету качественного и количественного состава элементов производства и планированию их целесообразного размещения в цехе.

1. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

| Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС) | | Семестр изучения | Объем времени, отведённый на освоение дисциплин модуля | | | | | | | |
|--|---|------------------|--|----------------------|---------------------|-------|---|---|---------------------|----------|
| | | | Аудиторные занятия, час. | | | | Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час. | Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час. | Всего по дисциплине | |
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Всего | | | Час. | Зач. ед. |
| 1. | (ВС) – Моделирование процессов соединений, покрытий | 7 | 34 | 17 | 17 | 68 | 108 | Зачет, 4 час. | 180 | 5 |
| 2. | (ВС) – Технологии наплавки и напыления | 7 | 34 | 17 | 17 | 68 | 72 | Зачет, 4 час. | 144 | 4 |
| Всего на освоение модуля | | | 68 | 34 | 34 | 136 | 180 | 8 час. | 324 | 9 |

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

| | | |
|------|--|---|
| 3.1. | Пререквизиты и постреквизиты в модуле | Отсутствуют |
| 3.2. | Кореквизиты | 7 семестр: – Моделирование процессов соединений, покрытий – Технологии наплавки и напыления |

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

3.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

| Коды ОП, для которых реализуется модуль | Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля | Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля | Универсальные компетенции (УОК, УОПК, УПК), формируемые при освоении модуля для нескольких ОП |
|---|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22.03.02/01.01 | РОЗ - Выполнять инженерные проекты технических объектов, систем и технологических процессов для решения конкретных производственных задач, удовлетворяющие заданным технологическим, нормативным, метрологическим требованиям | - способность использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ОПК-6); - способность следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности (ОПК-8); - готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач (ПК-9); - способность выполнять элементы проектов (ПК-14); - готовность использовать стандартные программные средства при проектировании (ПК-15); - способность применять методы технико-экономического анализа (ПК-17) | |
| 22.03.02/01.01 | РОБ - Осуществлять и корректировать технологические процессы в профессиональной деятельности | - способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке (ПК-10); - готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11); - способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12); - готовность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов (ПК-13) | |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|---|--|---|
| 22.03.02/01.01 | РО8 - Обоснованно выбирать оборудование и материалы для осуществления технологических процессов профессиональной деятельности | - способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12) | |

3.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

| Дисциплины модуля | | ОК | ОПК | ПК |
|-------------------|---|----|--------------|---|
| 1. | (BC) – Моделирование процессов соединений, покрытий | | ОПК-6; ОПК-8 | ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-17 |
| 2. | (BC) – Технологии наплавки и напыления | | ОПК-6; ОПК-8 | ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-17 |

4. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Коэффициент утвержден Ученым Советом ИНМТ (протокол № _____ от _____ г.).

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

| Номер листа изменений | Номер протокола заседания проектной группы модуля | Дата заседания проектной группы модуля | Всего листов в документе | Подпись руководителя проектной группы модуля |
|-----------------------|---|--|--------------------------|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учётные данные |
|--|---|
| Модуль Технологии специальных высокотемпературных покрытий | Код модуля 1125233 М.1.61 М.1.68 |
| Учебный план в ЕИСУ | № 6062 |
| Образовательная программа Металлургия | Код ОП 22.03.02/01.01 |
| Траектории образовательной программы (ТОП) | ТОП 4 Литейное производство и упрочняющие технологии |
| Направление подготовки Металлургия | Код направления и уровня подготовки 22.03.02 |
| Уровень подготовки Бакалавриат | |
| ФГОС | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015 |

Екатеринбург
2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Учёная степень, учёное звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|-------|--|----------------------------------|-----------|--|---------|
| 1 | Березовский Александр Владимирович | к.т.н. | доцент | Литейного производства и упрочняющих технологий | |

Руководитель модуля

А.В. Березовский

**Рекомендовано учебно-методическим советом
института новых материалов и технологий**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

М.П. Шалимов

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОЕДИНЕНИЙ, ПОКРЫТИЙ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Цель изучения дисциплины «Моделирование процессов соединений, покрытий» – освоение студентами знаний для построения моделей получения соединений и покрытий; изучение методов расчета технологических параметров при различных способах формирования соединений, покрытий; освоение методов оптимизации технологии с учётом специфики задачи: обязательное соблюдение технических требований к материалам соединений и покрытий в соответствии с требованиями нормативной документации, технических заданий, многофакторностью расчетов.

Основные задачи обучения сводятся к следующим:

В процессе обучения студенты анализируют и систематизируют теоретический материал по вопросам моделирования технологических процессов получения соединений и покрытий на основе комплексного подхода. Студентам предоставляется возможность приобрести опыт расчёта технологических параметров с учётом технологических факторов, составов и свойств материалов для построения соединений и покрытий.

1.2. Язык реализации программы

Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций в рамках освоения РОЗ, РОБ, РО8 (согласно программе модуля, табл. 4.2):

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способность использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ОПК-6);
- способность следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности (ОПК-8),

профессиональные компетенции (ПК):

- готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач (ПК-9);
- способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке (ПК-10);
- готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11);
- способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12);
- готовность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов (ПК-13);
- способность выполнять элементы проектов (ПК-14);
- готовность использовать стандартные программные средства при проектировании (ПК-15);
- способность применять методы технико-экономического анализа (ПК-17).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методики расчётов параметров режимов создания высокотемпературных соединений, покрытий (языки программирования, технические средства);

Уметь:

- осуществлять расчёты технологических параметров формирования высокотемпературных соединений, покрытий;
- создавать описание технологического процесса формирования высокотемпературных

соединений, покрытий в виде построения модели с использованием критериев качества и нормативной документации;

– разрабатывать информационно-логическую, функциональную и объектно-ориентированные модели технологических процессов создания покрытий различного назначения;

– применять информационные системы и программы при проектировании технологических процессов создания покрытий.

Владеть:

– методами и средствами проектирования, модернизации и модификации технологических систем формирования высокотемпературных соединений и покрытий;

– методами анализа, моделирования и прогнозирования эксплуатационных показателей при решении технологических задач создания высокотемпературных соединений и покрытий с заданными свойствами.

1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|---|------------------|----------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т. ч. контактная работа (час.) | 7 |
| 1. | Аудиторные занятия | 68 | - | 68 |
| 2. | Лекции | 34 | 34 | 34 |
| 3. | Практические занятия | 17 | 17 | 17 |
| 4. | Лабораторные работы | 17 | 17 | 17 |
| 5. | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 108 | 10.2 | 108 |
| 6. | Промежуточная аттестация | зачет, 4 час. | 0.25 | зачет, 4 час. |
| 7. | Общий объем по учебному плану, час. | 180 | 78.45 | 180 |
| 8. | Общий объем по учебному плану, з.е. | 5 | - | 5 |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|---|--|
| P1 | Общие сведения об высокотемпературных соединениях (швах) и покрытиях. | Требования к высокотемпературным соединениям (швам) и покрытиям. Основные типы соединений (по форме сопряжения элементов). Подготовка поверхностей и кромок к процессу создания соединений (швов) и покрытий. |
| P2 | Классификация способов создания высокотемпературных соединений и покрытий по физико-химическим признакам. | Классификация способов сварки плавлением, давлением, нанесения покрытий. Понятие об энергии активации, обобщённый баланс энергий в зоне получения неразъёмного соединения, покрытия. Структурно-фазовые изменения в металлах в процессе создания высокотемпературных соединений и покрытий. Термодеформационный цикл. Строение зоны термического влияния. Виды технологической термообработки и их назначение. |
| P3 | Принципы выбора материалов и оборудования | Основные требования, предъявляемые к соединению, покрытию и способы их реализации. Материалы для соединения конструкционных материалов. Характеристики и назначение материалов для покрытий. Виды основного и вспомогательного технологического оборудования. |
| P4 | Технологии создания высокотемпературных соединений различных металлов и сплавов | Основы технологий получения неразъёмных высокотемпературных соединений материалов различных типов. Параметры режимов получения соединений. Виды основного и вспомогательного технологического оборудования для нанесения покрытий. |
| P5 | Расчёты и моделирование технологий создания соединения и покрытий | Расчёты и моделирование химического состава металла, обеспечивающего получение соединений и покрытий с заданными служебными свойствами и структурой. Методики определения склонности металла соединений и покрытий к межкристаллитной коррозии, сопротивлению абразивному и термическому воздействию в зависимости его от химического и структурно-фазового составов. |

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Семестр обучения: 7. Объем модуля (зач.ед.): 9. Объем дисциплины (зач.ед.): 5.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

| № | Раздел дисциплины [код раздела] | Тема занятия | Объем учебного времени, час. |
|-------|---------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | P2 | Определение склонности металла соединения к закалке по «валиковой» пробе | 4 |
| 2 | P3 | Влияние химического состава металла присадки на развитие деформации в околошовной зоне | 4 |
| 3 | P4 | Влияние параметров режима ручной дуговой сварки на геометрические размеры шва | 5 |
| 4 | P5 | Влияние параметров процесса создания высокотемпературного соединения на его характеристики | 4 |
| Итого | | | 17 |

4.2. Практические занятия

| № | Раздел дисциплины [код раздела] | Тема занятия | Объем учебного времени, час. |
|-------|---------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | P2 | Изучение классификации способов создания высокотемпературного соединения, нанесения покрытий. | 4 |
| 2 | P3 | Изучение характеристик и назначения материалов для соединения металлов и материалов для покрытий. | 5 |
| 3 | P4 | Изучение конструкций автоматических установок для получения высокотемпературных соединений и покрытий | 4 |
| 4 | P5 | Расчётное определение склонности металла соединений высоколегированной стали к межкристаллитной коррозии. | 4 |
| Итого | | | 17 |

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчётных работ (программных продуктов)

- 1) Определить основные технико-экономические показатели способов создания высокотемпературных соединений.
- 2) Рассчитать склонность к «горячим» трещинам соединений указанных марок сталей перлитного класса.
- 3) Рассчитать склонность к «горячим» трещинам соединений указанных марок

сталей ферритного класса.

4) Рассчитать склонность к «горячим» трещинам соединений указанных марок сталей аустенитного класса.

5) Определить содержание указанных химических элементов в металле слоя соединения при заданных составе основы, присадки и параметрах процесса соединения.

6) Рассчитать значение коэффициентов расплавления при известных параметрах процессов соединения и объемах израсходованной присадочной проволоки.

7) Рассчитать значения геометрических характеристик высокотемпературных соединений при определённых параметрах процессов их получения.

8) Определить параметры процессов соединения сталей указанного типа.

9) Рассчитать технико-экономические показатели процессов нанесения слоёв высокотемпературного покрытия.

10) Рассчитать параметры процесса нанесения слоя высокотемпературного покрытия требуемого химического состава на основу заданного типа.

11) Определить склонность металлов высокотемпературных соединений заданных марок сталей к межкристаллитной коррозии.

4.3.6. Примерный перечень тем расчётно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

1) Определить вероятность выделения и состав карбидов в металле высокотемпературных соединений заданных марок сталей.

2) Определить тип и химический состав высокотемпературного покрытия для безопасной эксплуатации изделия в заданных условиях.

3) Определить тип металла высокотемпературных соединений для безопасной эксплуатации изделия в заданных условиях.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---|-------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Совместная работа и разработка технологий | Другие (указать, какие) |
| P1 | | | | | | | | | + | |
| P2 | | | | | | | | | + | |
| P3 | | | + | | + | | | | + | |
| P4 | | | + | | + | | | | + | |

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---|-------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Совместная работа и разработка технологий | Другие (указать, какие) |
| P5 | | | | | | | | | + | |

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – $k_{\text{дисц.}} = 2,5$.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – $k_{\text{лек.}} = 0,3$ | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Текущая работа на лекциях</i> | 7с, нед. 1-18 | 10 |
| <i>Контрольная работа 1</i> | 7с, нед. 10-18 | 30 |
| <i>Контрольная работа 2</i> | 7с, нед. 10-18 | 30 |
| <i>Контрольная работа 3</i> | 7с, нед. 10-18 | 30 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – $k_{\text{тек.лек.}} = 0,4$ | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – зачет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – $k_{\text{пром.лек.}} = 0,6$ | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – $k_{\text{прак.}} = 0,4$ | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Практическое занятие 1</i> | 7с, нед. 10-18 | 10 |
| <i>Практическое занятие 2</i> | 7с, нед. 10-18 | 10 |
| <i>Практическое занятие 3</i> | 7с, нед. 10-18 | 10 |
| <i>Практическое занятие 4</i> | 7с, нед. 10-18 | 10 |
| <i>Расчетная работа 1</i> | 7с, нед. 6-8 | 30 |
| <i>Расчетная работа 2</i> | 7с, нед. 6-8 | 30 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – $k_{\text{тек.прак.}} = 1,0$ | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – $k_{\text{пром.прак.}} = 0,0$ | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – $k_{\text{лаб.}} = 0,3$ | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Лабораторная работа 1</i> | 7с, нед. 10-18 | 25 |
| <i>Лабораторная работа 2</i> | 7с, нед. 10-18 | 25 |
| <i>Лабораторная работа 3</i> | 7с, нед. 10-18 | 25 |
| <i>Лабораторная работа 4</i> | 7с, нед. 10-18 | 25 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – $k_{\text{тек.лаб.}} = 1,0$ | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – $k_{\text{пром.лаб.}} = 0,0$ | | |

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

| Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина | Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре |
|---|---|
| Семестр 7 | 1,0 |

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине в рамках БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|------------------------|--|---|--|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Студент умеет | Студент умеет | Студент умеет |

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|----------------------------|--|--|---|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| | корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

8.2. Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации при использовании независимого тестового контроля
Независимый тестовый контроль не проводится.

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1) Подготовка основного металла перед получением высокотемпературных соединений и нанесением слоя высокотемпературного покрытия.

2) Особенности технологий сборки деталей для различных способов получения высокотемпературных соединений

3) Причины образования пор в высокотемпературных соединениях, покрытиях.

4) Меры предупреждения образования трещин в высокотемпературных соединениях, покрытиях.

5) Характеристики основного и вспомогательного оборудования для получения высокотемпературных соединений, покрытий.

6) Влияние параметров режимов получения высокотемпературных соединений, покрытий на их геометрические показатели.

7) Принципы выбора присадочных материалов для получения высокотемпературных соединений, покрытий.

8) Подготовка присадочных и вспомогательных материалов перед использованием для создания высокотемпературных соединений, покрытий.

9) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений низкоуглеродистых конструкционных сталей.

- 10) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений среднеуглеродистых сталей.
- 11) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений высокоуглеродистых сталей.
- 12) Влияние легирующих элементов на свариваемость сталей различных классов.
- 13) Особенности создания высокотемпературных соединений низколегированных конструкционных сталей.
- 14) Технология создания высокотемпературных соединений теплоустойчивых низколегированных сталей
- 15) Диаграммы, моделирующие структурное состояние металла высокотемпературных соединений, покрытий в зависимости от их химического состава.
- 16) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений высокохромистых сталей.
- 17) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений легированных сталей мартенситного класса.
- 18) Особенности создания высокотемпературных соединений ферритных сталей.
- 19) Характеристика аустенитных сталей и особенности технологий создания их высокотемпературных соединений
- 20) Моделирование технологий создания высокотемпературных соединений мартенситностареющих сталей
- 21) Особенности технологии создания высокотемпературных соединений чугунов.
- 22) Термообработка соединений различных металлов.
- 23) Технология создания высокотемпературных соединений цветных сплавов.
- 24) Соединение металлов с неметаллами.
- 25) Моделирование технологий получения высокотемпературных покрытий заданного состава и свойств.
- 26) Свойства высокотемпературных покрытий и методы их испытаний.
- 27) Основные технико-экономические показатели способов создания высокотемпературных соединений, покрытий.

8.3.5. Примерный перечень контрольных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Материаловедение : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. и специальностям в обл. техники и технологии / Б.Н. Арзамасов,

В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. ; Под ред. Б.Н. Арзамасова .— 4-е изд., стер. — М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 .— 648 с. : ил. ; 24 см .— (Учебник для технических вузов) .— Авт. указаны на обороте тит. л. Библиогр.: с. 630-631. Предм. указ.: с. 632-637. — ISBN 5-7038-1860-5 : 189.00.

2. Шалимов, Михаил Петрович. Сварка вчера, сегодня, завтра . (Введение в специальность : [учеб. пособие] / М. П. Шалимов, В. И. Панов ; науч. ред. В. В. Запарий ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2006 .— 227 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 206 (19 назв.). — ISBN 5-321-00973-2.

9.1.2. Дополнительная:

1. Шалимов, Михаил Петрович. Сварка вчера, сегодня, завтра . : учебное пособие для студентов направлений 1507000 - Машиностроение, 12.03.05 - Лазерная техника и лазерные технологии и специальности 15.05.01 - Проектирование технологических машин и комплексов / М. П. Шалимов, В. И. Панов, Е. Б. Вотинова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Мех.-машиностроит. ин-т] .— 2-е изд., испр. и доп. — Екатеринбург : УрФУ, 2015 .— 310 с. : ил. — Библиогр.: с. 273-274 (20 назв.) .— ISBN 978-5-321-02448-5, 300 экз. Гладков Э. А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для вузов / Э. А. Гладков. - М.: Академия, 2006. – 430 с.

2. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Машиностроит. технологии и оборудование", специальности "Оборудование и технология сварочного производства" / С.А. Куркин, В.М. Ховов, Ю.Н. Аксенов и др. ; Под ред. С.А. Куркина, В.М. Ховова .— М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 .— 464 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр.: с. 462-463. — ISBN 5-7038-2053-7 : 249.12..

3. Чернышов, Георгий Георгиевич. Технология электрической сварки плавлением : учеб. для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования / Г. Г. Чернышов .— Москва : Академия, 2006 .— 448 с. : ил. ; 22 см .— (Среднее профессиональное образование, Машиностроение) .— Библиогр.: с. 443 (9 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 5-7695-2318-2.

4. Солнцев, Ю.П. Материаловедение. Учебник для ВУЗов /Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин Е.И. – Спб.: ХИМИЗДАТ, 2004. – 736 с.

5. Процессы порошковой металлургии: в 2 т. / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарицкий. - М.: МИСиС, 2002.

6. Анциферов, В.Н. Порошковая металлургия и напыленные покрытия / В.Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Л.К. Дружинин и др. Под ред. Б.С. Митина. - М.: Металлургия, 1987. - 792 с.

7. Материаловедение и технология металлов / Г.П. Фетисов и др. - 3-е изд. испр. и доп. - М.: Высшая школа. 2005. - 862 с.

8. Калита В.И., Комлев Д.И Плазменные покрытия с нанокристаллической и аморфной структурой. М.: Лидер. 2008.

9. Мэттьюз Ф., Роллингс Р. Композиционные материалы. Механика и технология : Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. С.Л. Баженова, М.: Техносфера, 2004.

10. Колганов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие/ Л.А. Колганов Ростов-на-Дону: Феникс, 2005.-512с

11. Колмаков А.Г., Алымов М.И., Баринов С.М. Основы технологий и применение наноматериалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 208 с.

12. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / П.А. Витязь, А.Ф. Ильющенко, М.Л. Хейфиц, С.А. Чижик, К.А. Солнцев, А.Г. Колмаков, М.И. Алымов, С.М. Баринов; под общ. Ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева. – Минск: Беларус. Навука, 2011. – 283 с..

13. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарицкий Г.В. Процессы порошковой

металлургии. М.: Изд-во МИСиС, 2001.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

1. Autodesk Factory Design Suite Ultimate 2013.
2. SolidWorks Education Edition (SWEE) с дополнительным модулем SWE-PDM.
3. ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks).
4. Информационно-поисковая система «Стройконсультант» Prof
5. Project Expert
6. DEFORM-3D V10.0
7. ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (5 tasks)
8. ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1 task)
9. Обновление ПО ANSYS Academic Teaching Advanced (5 tasks) Paid-Up
10. Обновление ПО ANSYS Academic Research (1 task) Paid-Up
11. Qform 2D/3Dx32
12. Компас - 3D, версия 15

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека УрФУ [сайт], URL.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

9.6. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- ознакомиться с графиком учебного процесса по дисциплине (календарный план аудиторных занятий и план-график самостоятельной работы), порядком формирования итоговой оценки по дисциплине, принципами балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений;
- активно использовать указанные в программе ресурсы электронной библиотеки УрФУ, ресурсы Интернет;
- вырабатывать и совершенствовать умение конспектировать, систематизировать, обобщать изученный материал, выделять сложные вопросы, требующие дополнительной подготовки, составлять предварительный план самостоятельной работы. В случае затруднения в понимании отдельных вопросов необходимо обратиться за консультацией к ведущему преподавателю.

В случае пропуска занятий не затягивать выполнение запланированных контрольных мероприятий по дисциплине, при необходимости отрабатывать учебный материал в указанное преподавателем время.

10. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия проводятся в специализированных аудиториях Института новых материалов и технологий.

Аудитории Института новых материалов и технологий оснащены необходимым специализированным оборудованием: проекторы и экраны, специализированным оборудованием для получения высокотемпературных соединений и покрытий. Компьютерное оборудование кафедры «Литейное производство и упрочняющие технологии» может использоваться при выполнении студентами расчётных и контрольных работ.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ

| Перечень сведений о рабочей программе модуля | Учетные данные |
|---|---|
| Модуль Технологии специальных высокотемпературных покрытий | Код модуля 1125233 М.1.61 М.1.68 |
| Учебный план в ЕИСУ | № 6062 |
| Образовательная программа Металлургия | Код ОП 22.03.02/01.01 |
| Траектории образовательной программы (ТОП) | ТОП 4 Литейное производство и упрочняющие технологии |
| Направление подготовки Металлургия | Код направления и уровня подготовки 22.03.02 |
| Уровень подготовки Бакалавриат | |
| ФГОС | Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: №1427, утв. 04.12.2015 |

Екатеринбург
2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № п/п | ФИО | Учёная степень, учёное звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|-----------|--|---------|
| 1 | Шак Андрей Васильевич | к.т.н. | доцент | Литейного производства и упрочняющих технологий | |

Руководитель модуля

А.В. Березовский

**Рекомендовано учебно-методическим советом
института новых материалов и технологий**

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

М.П. Шалимов

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Технология наплавки и напыления» относится к вариативной части ОП бакалавриата (модуль по выбору студента).

Цель изучения дисциплины – изучение теоретических и практических аспектов технологий наплавки и газотермического нанесения покрытий на различные детали и инструменты для повышения их качества, работоспособности, износостойкости, производительности.

В соответствии с целью ставится комплекс задач, среди которых:

- изучить проблему повышения надёжности и долговечности машин и механизмов, экономного использования материалов, энергии путём создания защитных покрытий;
- изучить процессы, происходящие при наплавке и при нанесении газотермических покрытий;
- изучить технологию нанесения покрытий газотермическими методами и наплавкой, характеристики основного и вспомогательного оборудования;
- изучить способы производства и характеристики используемых технологических материалов, методы контроля свойств покрытий;
- приобрести умение по выбору состава и способа нанесения защитного покрытия в зависимости от условий эксплуатации изделия;
- приобрести навыки работы на наплавочных установках и установках для газотермического напыления.

1.2. Язык реализации программы

Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций в рамках освоения РОЗ, РО6, РО8 (согласно программе модуля, табл. 4.2):

общефессиональные компетенции (ОПК):

- способностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ОПК-6);
- способностью следовать метрологическим нормам и правилам, выполнять требования национальных и международных стандартов в области профессиональной деятельности (ОПК-8),

профессиональные компетенции (ПК):

- готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач (ПК-9);
- способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке (ПК-10);
- готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ПК-11);
- способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12);
- готовностью оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов (ПК-13);
- способностью выполнять элементы проектов (ПК-14);
- готовностью использовать стандартные программные средства при проектировании (ПК-15);
- способностью применять методы технико-экономического анализа (ПК-17).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- физико-химические процессы при образовании газотермических покрытий;
- технологию нанесения газотермических покрытий и характеристики основного и вспомогательного оборудования;
- способы производства и характеристики используемых технологических материалов;
- методы контроля свойств покрытий;
- процессы, происходящие при наплавке металлов и сплавов различными способами;
- основные наплавочные, вспомогательные материалы и требования, предъявляемые к их выбору;
- технологический регламент процесса наплавки металлов и сплавов.

Уметь:

- выбрать установку для наплавки или газотермического напыления металлов и сплавов в зависимости от условий эксплуатации изделия;
- рассчитать состав электродного материала для получения покрытия с заданными свойствами;
- выбрать состав и форму исходного материала для напыления;
- оценить качество нанесённого покрытия.

Владеть:

- навыками составления технологической документации процесса наплавки и напыления металлов и сплавов;
- навыками работы на наплавочных установках и установках для газотермического напыления.

1.4. Объем дисциплины для очной формы обучения

| № п/п | Виды учебной работы | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|-------|--|----------------------|----------------------------------|---|
| | | Всего часов | В т. ч. контактная работа (час.) | 7 |
| 1. | Аудиторные занятия | 68 | - | 68 |
| 2. | Лекции | 34 | 34 | 34 |
| 3. | Практические занятия | 17 | 17 | 17 |
| 4. | Лабораторные работы | 17 | 17 | 17 |
| 5. | Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации | 72 | 10.20 | 72 |
| 6. | Промежуточная аттестация | Зачет, 4 час. | 0.25 | Зачет, 4 час. |
| 7. | Общий объем по учебному плану, час. | 144 | 78.45 | 144 |
| 8. | Общий объем по учебному плану, з.е. | 4 | - | 4 |

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|--|---|
| Р1 | Структура газотермических покрытий | Классификация покрытий, получаемых методами напыления. Области применения покрытий. Схема процесса газотермического напыления. Строение газотермического покрытия, факторы, влияющие на качество покрытия. Понятие адгезии и когезии покрытия. Влияние гранулометрического состава напыляемого материала на строение и свойства покрытия. Влияние температуры нагрева основы и частицы на прочность сцепления покрытия с основой. Механизм и кинетика физико-химических процессов, ведущих к прочному сцеплению напыляемых частиц. Стадии и длительность процессов, протекающих при формировании покрытия. Теоретическое выражение для определения относительной прочности частиц. Энергия активации химического взаимодействия частица-основа. |
| Р2 | Распыление | Основные задачи распыления. Виды дугового разряда, применяемого для напыления. Электродуговая металлизация. Плазменное напыление. Нагрев плазмообразующего газа. Плазмообразующие газы. Их характеристики. Зависимость теплосодержания плазмообразующих газов от температуры. Этапы нагрева и охлаждения газа. Разгон частиц при плазменном напылении. Уравнение движения частиц в потоке плазмы. Влияние дисперсной фазы на скорость газового потока. Распределение скорости частиц по сечению и длине газовой струи. Нагрев частиц плазменной струей. Влияние состава плазмообразующего газа на эффективность нагрева порошка газовой струей. Понятие о длине струи. Уравнение нагрева частицы струей. Взаимодействие напыляемого материала с высокотемпературным потоком. Способы регулирования взаимодействия частиц с потоком. |
| Р3 | Термические и гидродинамические параметры взаимодействия частиц с поверхностью изделия | Тепловые процессы на поверхности основы. КПД нагрева изделия газовым гетеродисперсным потоком. Схема деформации, растекания и кристаллизации частицы при ударе о поверхность. Распределение температуры в системе: основа и расплавленная, быстро твердеющая, деформирующаяся частица. Схема термического цикла в контакте. Удар частицы об основу. Деформация и растекание частиц на основе. Напорное и импульсивное давления. |
| Р4 | Образование покрытия | Пространственно-временные условия. Тепловые условия формирования покрытия. Остаточные напряжения. Регулирование остаточных напряжений. Влияние толщины покрытия на его прочность. Влияние внутренних напряжений на эксплуатационные свойства покрытия. |
| Р5 | Регулирование свойств покрытий | Классификация методов регулирования взаимодействия материалов в процессе напыления. Термические и физико-химические методы. |
| Р6 | Материалы для газотермического нанесения покрытий | Виды материалов, применяемых для напыления, их количественное соотношение. Виды порошков для напыления. Композиционные порошки. Основные требования к порошкам для газотермического напыления. Особенности нагрева частиц композиционных порошков. Способы изготовления порошков для газотермического напыления. Классификация способов изготовления порошков. Способы получения композиционных порошков. |

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|--|--|
| Р7 | Технология и оборудование для напыления покрытий | Классификация способов газотермического напыления. Способы и технологические особенности газоплазменного напыления. Обобщённая схема плазменного напыления. Классификация плазмообразующих газов. Виды защиты процесса. Технологическая схема получения газотермических покрытий. Схема взаимосвязи операций подготовки деталей к напылению. Струйно-абразивная обработка. Виды установок для струйно-абразивной обработки. Основные технологические параметры плазменного напыления. Обработка газотермических покрытий. Оборудование для плазменного нанесения покрытий. Схема установки плазменного напыления. Плазмотроны для плазменного напыления. Основные требования, предъявляемые к плазмотронам. Конструкции плазмотронов. Схема газопламенной установки для напыления. Классификация установок для газопламенного напыления. Оборудование для электродуговой металлизации. Схема установки для металлизации. Конструкции электродуговых металлизаторов. Участки для газотермического напыления покрытий. |
| Р8 | Контроль качества покрытий | Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Измерение адгезии покрытия с основой. Оценка твердости и прочности покрытия. Измерение пористости покрытия. Металлографические исследования покрытия. Оценка специальных свойств покрытия. |
| Р9 | Общая характеристика процесса наплавки | Интенсификация технологических процессов, роль надежности и долговечности деталей и узлов машин в повышении производительности. Основные направления повышения срока службы различных деталей. Этапы разработки технологического процесса наплавки. Определение условий работы, вид и величину износа детали. Характеристика основного металла, форма и геометрические размеры детали. Выбор способа упрочнения с учетом альтернативных вариантов. Выбор способа легирования. Выбор типа наплавочного материала, его характеристика, защитная среда, выбор оборудования. Расчет или определение по номограммам режима наплавки. Подготовка поверхности детали под наплавку. Организационные мероприятия по предупреждению дефектов при наплавке. Наплавка, контроль режима наплавки. Контроль качества наплавленного металла в процессе наплавки. Механическая обработка. Термическая обработка (если таковая требуется). Окончательный контроль наплавленной детали. |
| Р10 | Техника наплавки | Производительность и формирование наплавленного слоя. Доля участия основного и присадочного металлов в металле шва. Влияние способа наплавки, а также параметров режима (тока наплавки, напряжения дуги, скорости наплавки, диаметра электрода, шага наплавки, рода тока и полярности) на химический состав и долю основного металла в металле шва. Влияние режима на температуру изделия и структуру наплавленного металла. |
| Р11 | Особенности наплавки деталей различной формы | <p>Наплавка тел вращения. Особенности наплавки деталей малого диаметра. Механизированные способы наплавки. Зависимость длины сварочной ванны от диаметра детали. Влияние величины смещения электрода с «зенита» на форму валика. Оптимальные значения величины шага наплавки. Зависимость значения параметров режима наплавки (I_n, V_n, U_d) от диаметра детали. Особенности наплавки деталей сложной формы.</p> <p>Наплавка плоских поверхностей. Способы наплавки: отдельными валиками, широкослойная наплавка, многоэлектродная наплавка, наплавка электродной лентой, электрошлаковая. Их преимущества и недостатки. Наплавка конических поверхностей. Особенности наплавки в случае расположения образующей конуса параллельно горизонту или под углом.</p> |

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины | Содержание |
|-------------------|--------------------------------|---|
| Р12 | Наплавочные материалы | <p>Метастабильные хромомарганцевые наплавочные материалы. Наплавочные материалы типа 25X10Г10Т. Механизм упрочнения. Особенности эксплуатации наплавочных материалов этого класса в условиях кавитации, ударного и ударно-абразивного воздействия.</p> <p>Наплавочные материалы на основе углеродистых мартенситных сталей. Особенности работы в условиях абразивного и ударно-абразивного воздействия. Соотношение в структуре металла мартенсита и аустенита для различных условий эксплуатации деталей.</p> <p>Мартенситностареющие наплавочные материалы. Достоинства мартенситностареющих сталей, механизм упрочнения. Влияние никеля, хрома, молибдена, титана, алюминия, кремния и углерода на свариваемость и механические свойства мартенситностареющих сталей и наплавочных материалов при комнатных и повышенных температурах.</p> <p>Система легирования <i>Ni-Co-Mo</i> и <i>Ni-Mo-Si</i> и механизм упрочнения. Особенности технологии наплавки. Область применения инструмента горячего деформирования металла (прокатные валки, пресс-шайбы, пресс-втулки, выталкиватели и др.).</p> <p>Система легирования типа <i>Ni-Mo-Cr</i> и <i>Ni-Mo-Cu</i>. Особенности технологии наплавки. Область применения. Примеры технологических особенностей наплавки различных деталей.</p> |
| Р13 | Расчётная часть | <p>Расчет количества наплавленного металла при наплавке тел вращения. Методика расчёта состава порошковой проволоки по заданному составу наплавленного металла и выбранному (заданному) способу наплавки. Методика расчёта качественных электродов для ручной дуговой сварки.</p> |
| Р14 | Дефекты в наплавленном металле | <p>Группа дефектов, связанная с металлургическими, термическими, формирования, кристаллизации сварочной ванны и остывания наплавленного металла. Группа дефектов, связанная с условиями формирования наплавленного валика. Технологические мероприятия по снижению вероятности появления дефектов в наплавленном металле.</p> |

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины для очной формы обучения

Семестр обучения: 7. Объем модуля (зач.ед.): 9. Объем дисциплины (зач.ед.): 4.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

| № | Раздел дисциплины [код раздела] | Тема занятия | Объем учебного времени, час. |
|-------|---------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | P4 | Определение влияния толщины подслоя на термостойкость керамических покрытий | 2 |
| 2 | P7 | Определение коэффициента использования порошковых материалов при плазменном напылении | 3 |
| 3 | P8 | Металлографическое исследование образцов с покрытиями, нанесёнными различными методами | 3 |
| 4 | P8 | Определение пористости газотермических покрытий | 4 |
| 5 | P8 | Определение микротвердости газотермических покрытий | 3 |
| 6 | P10 | Определение коэффициента наплавки при автоматической наплавке под флюсом на постоянном токе | 2 |
| Итого | | | 17 |

4.2. Практические занятия

| № | Раздел дисциплины [код раздела] | Тема занятия | Объем учебного времени, час. |
|-------|---------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | P7 | Изучение конструкции плазмотронов различного типа | 3 |
| 2 | P7 | Изучение технологии сверхзвукового газопламенного напыления на базе установки "Техникорд-Тор Jet" | 4 |
| 3 | P7 | Изучение технологии электродуговой металлизации на базе установки КДМ-2 | 2 |
| 4 | P7 | Изучение технологии плазменного напыления на базе установки УМП-6 | 4 |
| 5 | P11 | Расчет количества наплавленного металла при наплавке тел вращения | 2 |
| 6 | P13 | Расчет количества легирующих компонентов порошковой проволоки по заданному составу наплавленного металла и способу наплавки | 2 |
| Итого | | | 17 |

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Жаростойкие газотермические покрытия для защиты сталей и сплавов. Теоретические основы. Технология. Состав и свойства покрытий. Перспективы применения.
2. Износостойкие газотермические покрытия для защиты сталей и сплавов. Теоретические основы. Технология. Состав и свойства покрытий. Перспективы применения.
3. Детонационно-газовое нанесение покрытий. Теоретические основы. Технология. Состав и свойства покрытий. Перспективы применения.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерный перечень тем контрольных работ

1. Основным критерием применимости материалов для ГТН является: 1-Однофазность; 2-Низкая температура плавления; 3-Возможность расплавления без разложения.

2. Прочность сцепления покрытия с основой называется: 1-Адгезия; 2-Когезия; 3-Предел прочности; 4-Предел пропорциональности.

3. При ГТН оксидная плёнка на поверхности основы: 1-Ухудшает привариваемость частиц; 2-Улучшает привариваемость частиц; 3-Не влияет на привариваемость частиц.

4. Адгезия покрытия при ГТН считается приемлемой, если взаимодействовало: 1-30-60% атомов, находящихся в контакте; 2-40-70% атомов, находящихся в контакте; 3-50-80% атомов, находящихся в контакте.

5. В большинстве случаев при ГТН контактная температура T_k соответствует: 1-Твердофазному состоянию соединяемых материалов; 2-Расплавленному материалу основы и твердофазному состоянию материала покрытия.

6. Среднемассовая температура частиц при ЭДМ: 1-Меньше температуры кипения напыляемого материала; 2-Больше температуры плавления напыляемого материала; 3-Равна температуре плавления напыляемого материала; 4-Равна температуре кипения напыляемого материала.

7. Из каких частиц состоит плазма, используемая для напыления (наплавки): 1-Молекулы; 2-Атомы; 3-Ионы; 4-Электроны.

8. Эффективность нагрева электродов при ЭДМ: 1-Увеличивается с ростом длины дуги; 2-Увеличивается с укорачиванием дуги; 3-Не зависит от длины дуги.

9. В какой форме можно использовать присадочный материал при детонационно-газовом напылении: 1-Гибкий шнур; 2-Проволока; 3-Порошок; 4-Порошковая проволока.

10. Чем отличается плазменная наплавка от плазменного напыления: 1-Расплавлением присадочного материала; 2-Расплавлением приповерхностного слоя основания; 3-Отсутствием чётко выраженной границы “основа-покрытие”; 4-Плазмообразующими газами.

11. При электродуговой металлзации: 1-Электроды нерасходуемые; 2-Электроды расходуемые; 3-Расходуется только один электрод.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные методы обучения | | | | | | Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|---------------------|------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---|-------------------------|
| | Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Совместная работа и разработка технологий | Другие (указать, какие) |
| P1 | | | | | + | | | | | |
| P2 | | | | | + | | | | | |
| P3 | | | | | + | | | | | |
| P4 | | | | | + | | | | | |
| P5 | | | | | + | | | | | |
| P6 | | | | | + | | | | | |
| P7 | | | | | + | | | | | |
| P8 | | | | | + | | | | | |
| P9 | | | | | + | | | | | |
| P10 | | | | | + | | | | | |
| P11 | | | | | + | | | | | |
| P12 | | | | | + | | | | | |
| P13 | | | | | + | | | | | |
| P14 | | | | | + | | | | | |

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц. = 2,5.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0,7 | | |
| Текущая аттестация на лекциях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Текущая работа на лекциях</i> | 7с, нед. 1-9 | 40 |
| <i>Контрольная работа 1</i> | 7с, нед. 5 | 20 |
| <i>Контрольная работа 2</i> | 7с, нед. 8 | 20 |
| <i>Домашняя работа</i> | 7с, нед. 5 | 20 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0,4 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям - зачет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,6 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0,1 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Выполнение заданий практических занятий</i> | 7с, нед. 10-18 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – к тек.прак.=1,0 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – к пром. прак. =0,0 | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0,2 | | |
| Текущая аттестация на лабораторных занятиях | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| <i>Выполнение лабораторных работ</i> | 7с, нед. 10-18 | 100 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – к тек.лаб.=1,0 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – к пром. лаб. =0,0 | | |

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта – не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

| | |
|--|--|
| Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина | Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре |
| Семестр 7 | 1,0 |

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине в рамках БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|----------------------------|--|---|---|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

8.2. Критерии оценивания результатов промежуточной аттестации при использовании независимого тестового контроля

Независимый тестовый контроль не проводится.

8.3. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено.

8.3.4. Примерный перечень контрольных вопросов для зачёта

1. Классификация покрытий, получаемых методами напыления. Особенности покрытий, получаемых газотермическими методами. Схема процесса газотермического напыления.
2. Строение газотермического покрытия, факторы, влияющие на качество покрытия. Основные структурные элементы покрытия. Понятие адгезии и когезии покрытия. Влияние гранулометрического состава напыляемого материала на строение и свойства покрытия.
3. Влияние температуры и скорости частиц на прочность сцепления покрытия с основой.
4. Механизм взаимодействия частиц с основой. Стадии и длительность процессов, протекающих при формировании покрытия. Теоретическое выражение для определения относительной прочности частиц.
5. Энергия активации химического взаимодействия частица-основа. Схема перехода системы из начального в конечное состояние.
6. Адсорбция. Основные понятия и определения. Физическая и химическая адсорбция.
7. Основные задачи распыления. Требования к двухфазному потоку. Виды дугового разряда, применяемого для напыления.
8. Виды дугового разряда, применяемого для напыления. Электродуговая металлизация. Достоинства и недостатки.
9. Виды дугового разряда, применяемого для напыления. Плазменное напыление. Достоинства и недостатки.
10. Плазма. Виды плазмы. Свойства плазмы.
11. Нагрев плазмообразующего газа. Плазмообразующие газы. Их характеристики. Зависимость теплосодержания плазмообразующих газов от температуры. Этапы нагрева и охлаждения газа.
12. Механизм разгона частиц плазменной струей. Уравнение движения частиц в потоке плазмы. Распределение скорости частиц по сечению потока и длине газовой струи. Влияние характеристик порошка и плазмообразующих газов на скорость частиц.
13. Нагрев частиц плазменной струей. КПД использования тепловой энергии на нагрев частиц. Влияние состава плазмообразующего газа на эффективность нагрева порошка газовой струей. Изменение КПД плазменной струи от дистанции напыления. Понятие о длине струи. Уравнение нагрева частицы струей.
14. Взаимодействие напыляемого материала с высокотемпературным потоком. Состав плазменной струи. Механизм взаимодействия частиц с газовым потоком. Примеры взаимодействия материалов с потоком. Способы регулирования взаимодействия частиц с потоком.
15. Тепловые процессы на поверхности основы. КПД процесса нагрева изделия при напылении. Распределение удельного теплового потока. Радиус пятна нагрева. КПД нагрева изделия газовым гетеродисперсным потоком.
16. Температура контакта частица - основа. Схема деформации, растекания и кристаллизации частицы при ударе о поверхность. Распределение температуры в системе: основа и расплавленная, быстро твердеющая, деформирующаяся частица. Схема термического цикла в контакте.

17. Удар частицы об основу. Деформация и растекание частиц на основе. Напорное и импульсивное давления. Длительность гидравлических явлений в контакте частица-основа. Оценка минимальной, критической скорости частиц.

18. Образование покрытия. Пространственно-временные условия. Оценка вероятности взаимодействия между напыляемыми термически активными частицами на поверхности основы. Особенности детонационно-газового напыления.

19. Тепловые условия формирования покрытия. Перенос тепла в покрытие. Условия получения прочного сцепления.

20. Остаточные напряжения. Регулирование остаточных напряжений. Влияние толщины покрытия на его прочность. Влияние внутренних напряжений на эксплуатационные свойства покрытия. Факторы, способствующие росту напряжений.

8.3.5. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.6. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.7. Интернет-тренажеры

Не используются.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Панов, Владимир Сергеевич. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 110800-Порошковая металлургия, композиц. материалы, покрытия / В. С. Панов, А. М. Чувилин .— М. : МИСИС, 2001 .— 428 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 427 (20 назв.). — ISBN 5-87623-076-6 : 182.00 : 122.00.

2. Бобров, Геннадий Васильевич. Нанесение неорганических покрытий (теория, технология, оборудование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Материаловедение и технология новых материалов" и по специальности "Материаловедение и технология новых материалов" направления подгот. дипломир. специалистов "Материаловедение, технология материалов и покрытий" / Г. В. Бобров, А. А. Ильин .— М. : Интернет Инжиниринг, 2004 .— 624 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 623 (24 назв.). — ISBN 5-89594-095-1.

3. Чернышов, Георгий Георгиевич. Технология электрической сварки плавлением : учеб. для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования / Г. Г. Чернышов .— Москва : Академия, 2006 .— 448 с. : ил. ; 22 см .— (Среднее профессиональное образование, Машиностроение) .— Библиогр.: с. 443 (9 назв.). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 5-7695-2318-2.

9.1.2. Дополнительная:

1. Толстых Л.Г., Фурман Е.Л. Наплавочные материалы и технология наплавки. Учеб. пособие. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. – 102 с.

2. Солнцев, Юрий Парфирьевич. Материаловедение : учеб. для студентов вузов,

обучающихся по металлург., машиностроит. и общетехн. специальностям / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под ред. Ю. П. Солнцева .— Изд. 4-е, перераб. и доп. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2007 .— 784 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 782-784. — Рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-93808-131-9.

3. Либенсон, Герман Абрамович. Процессы порошковой металлургии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия". Т. 1. Производство металлических порошков / Г. А. Либенсон, В. Ю. Лопатин, Г. В. Комарницкий .— Москва : МИСИС, 2001 .— 368 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 366-367. — рекомендовано в качестве учебника .— ISBN 5-87623-078-2 : 104.00.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

1. Autodesk Factory Design Suite Ultimate 2013.
2. SolidWorks Education Edition (SWEЕ) с дополнительным модулем SWE-PDM.
3. ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks).
4. Информационно-поисковая система «Стройконсультант» Prof
5. Project Expert
6. DEFORM-3D V10.0
7. ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (5 tasks)
8. ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1 task)
9. Обновление ПО ANSYS Academic Teaching Advanced (5 tasks) Paid-Up
10. Обновление ПО ANSYS Academic Research (1 task) Paid-Up
11. Qform 2D/3Dx32
12. Компас - 3D, версия 15

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека УрФУ [сайт], URL.

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

9.6. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины студентам рекомендуется:

- ознакомиться с графиком учебного процесса по дисциплине (календарный план аудиторных занятий и план-график самостоятельной работы), порядком формирования итоговой оценки по дисциплине, принципами балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений;
- активно использовать указанные в программе ресурсы электронной библиотеки УрФУ, ресурсы Интернет;
- вырабатывать и совершенствовать умение конспектировать, систематизировать, обобщать изученный материал, выделять сложные вопросы, требующие дополнительной подготовки, составлять предварительный план самостоятельной работы. В случае затруднения в понимании отдельных вопросов необходимо обратиться за консультацией к ведущему преподавателю.

В случае пропуска занятий не затягивать выполнение запланированных контрольных мероприятий по дисциплине, при необходимости отрабатывать учебный материал в указанное преподавателем время.

10. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия проводятся в специализированных аудиториях Института новых материалов и технологий.

Аудитории Института новых материалов и технологий оснащены необходимым специализированным оборудованием: проекторы и экраны, специализированным оборудованием для получения высокотемпературных соединений и покрытий. Компьютерное оборудование кафедры «Литейное производство и упрочняющие технологии» может использоваться при выполнении студентами расчётных и контрольных работ.