

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » декабря 20 22 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Керамические покрытия в двигателестроении
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 72 (2)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Инновационные технологии сварочных процессов и
керамические покрытия
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для применения в области нанесения керамических покрытий в авиадвигателестроении. Ознакомление студентов с закономерностями формирования структуры и свойств высокотемпературных авиационных керамических покрытий, современными технологиями нанесения и обработки керамических покрытий в авиадвигателестроении

Задачи:

- формирование знаний об условиях эксплуатации керамических покрытий, инновационных технологиях нанесения керамических покрытий, передовом отечественном и зарубежном опыте в области нанесения керамических покрытий и смежных технологиях в авиадвигателестроении, применяемом основном и вспомогательном оборудовании, методах повышения технологичности и особенностях организации производственных процессов в авиационном двигателестроении;
- формирование умений разрабатывать планы по технической и технологической подготовке нанесения керамических покрытий и производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям, разрабатывать технологические процессы в области нанесения керамических покрытий и смежных технологий, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию;
- формирование навыков разработки и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии нанесения керамических покрытий, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, повышению качества и надежности керамических покрытий для АДС, внедрения в производство прогрессивных методов напыления, новых напыляемых материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда, навыками внедрения инновационных технологических процессов в области нанесения керамических покрытий и смежных технологий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении изделий в авиационном двигателестроении.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Высокотемпературные керамические авиационные материалы (керамоматричные композиционные материалы, жаростойкие, эрозионностойкие, теплозащитные покрытия);

Принципы выбора керамических авиационных материалов, базовых технологий их нанесения и упрочняющей обработки.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|
|-------------|-------------------|---|--|-----------------|

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|---|---|--------------------------------|
| ПК-3.3 | ИД-1ПК-3.3 | Знать перспективные технологические процессы и оборудование для нанесения керамических покрытий в авиадвигателестроении | Знает передовой отечественный и зарубежный опыт производства сварных конструкций, технологические процессы сварки, сварочное и вспомогательное оборудование | Зачет |
| ПК-3.3 | ИД-2ПК-3.3 | Уметь выбирать технологические операции по подготовке и нанесению керамических покрытий и методы контроля технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям | Умеет разрабатывать планы по технической и технологической подготовке сварочного производства и производить анализ и экспертизу технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям | Отчёт по практическому занятию |
| ПК-3.3 | ИД-3ПК-3.3 | Владеть современными методами контроля характеристик и оценки качества керамических покрытий, анализа факторов, влияющих на качество и надежность керамических покрытий, выбора перспективных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда | Владеет навыками разработки и реализации мероприятий по внедрению прогрессивной техники и технологии, улучшению использования технологического оборудования и оснастки, повышению качества и надежности сварных конструкций, внедрения в производство прогрессивных методов сварки, новых сварочных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда | Отчёт по практическому занятию |
| ПК-3.8 | ИД-1ПК-3.8 | Знать основные технологии и оборудование для нанесения керамических покрытий, современные методы их исследования, методы повышения технологичности в авиационном двигателестроении | Знает инновационные технологические процессы в области сварки и смежных технологий, применяемое основное и вспомогательное оборудование и материалы, повышение технологичности и особенности организации производственных | Зачет |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть) | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|---------------------------------|
| | | | процессов в авиационном двигателестроении | |
| ПК-3.8 | ИД-2ПК-3.8 | Уметь разрабатывать принципиальные схемы техпроцессов нанесения керамических покрытий с применением передовых технологий проектирования, выбирать технологическое оборудование, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию | Умеет разрабатывать технологические процессы в области сварки и смежных технологий, в том числе с применением средств автоматизированного проектирования, осуществлять оптимальный выбор технологического оборудования для реализации производственного процесса разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию | Зачет |
| ПК-3.8 | ИД-3ПК-3.8 | Владеть основами разработки архитектуры и процессов нанесения типовых и перспективных керамических покрытий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования | Владеет навыками внедрения инновационных технологических процессов в области сварки и смежных технологий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования для обеспечения эффективности и бездефектности, при изготовлении изделий в авиационном двигателестроении | Отчёт по практическом у занятию |

3. Объем и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|--|-------------|------------------------------------|--|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | |
| 1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме: | 28 | 28 | |
| 1.1. Контактная аудиторная работа, из них: | | | |
| - лекции (Л) | 8 | 8 | |
| - лабораторные работы (ЛР) | | | |
| - практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ) | 18 | 18 | |
| - контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 | |
| - контрольная работа | | | |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС) | 44 | 44 | |
| 2. Промежуточная аттестация | | | |
| Экзамен | | | |
| Дифференцированный зачет | | | |
| Зачет | 9 | 9 | |
| Курсовой проект (КП) | | | |
| Курсовая работа (КР) | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 | 72 | |

4. Содержание дисциплины

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 3-й семестр | | | | |
| Материалы керамических покрытий | 2 | 0 | 0 | 12 |
| Общие принципы конструирования АД Классификация керамических покрытий. Основные требования, предъявляемые к керамическим покрытиям в авиадвигателестроении (АДС). Керамические покрытия, применяемые в АДС. Перспективные материалы покрытий. | | | | |
| Современные методы нанесения керамических покрытий | 4 | 0 | 8 | 18 |
| Методы нанесения керамических покрытий (APS, CAPS, HPPS, LPPS, EB-PVD, HVOF, и др.). Оборудование для нанесения керамических покрытий различными методами. Конструкции (архитектура) многослойных теплозащитных покрытий ТЗП | | | | |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|--|---|----|----|--|
| | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| Методы оценки механических и эксплуатационных свойств современных керамических покрытий | 2 | 0 | 10 | 14 |
| Методы оценки свойств керамических покрытий (адгезия, микротвердость, трещиностойкость, эрозионная стойкость). Методы испытаний керамических покрытий | | | | |
| ИТОГО по 3-му семестру | 8 | 0 | 18 | 44 |
| ИТОГО по дисциплине | 8 | 0 | 18 | 44 |

Тематика примерных практических занятий

| № п.п. | Наименование темы практического (семинарского) занятия |
|--------|--|
| 1 | Технологии, применяемые для нанесения керамических покрытий в авиадвигателестроении |
| 2 | Методики определения адгезии и технологических свойств и испытаний керамических покрытий |

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|---|--|---|
| 1. Основная литература | | |
| 1 | Абраимов Н. В. Высокотемпературные материалы и покрытия для газовых турбин. Москва : Машиностроение, 1993. 336 с. | 2 |
| 2 | Елисеев Ю. С., Абраимов Н. В., Крымов В. В. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиадвигателестроении : учебное пособие для вузов. М. : Высш. шк., 1999. 525 с. | 7 |
| 3 | Литые лопатки газотурбинных двигателей: сплавы, технологии, покрытия. 2-е изд. Москва : Наука, 2006. 631 с. 51,34 усл. печ. л. | 3 |
| 4 | Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. 358 с. | 4 |
| 5 | Хокинг М., Васантасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия. Получение, свойства и применение : пер. с англ. Москва : Мир, 2000. 516 с. | 4 |
| 2. Дополнительная литература | | |
| 2.1. Учебные и научные издания | | |
| 1 | Будилов В. В., Мухин В. С., Шехтман С. Р. Физические методы нанесения нанопокровтий : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2020. 196 с. 12,25 усл. печ. л. | 1 |
| 2 | Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. М. : Машиностроение, 2008. 367 с. | 37 |
| 3 | Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. М. : Машиностроение, 2008. 200 с. | 36 |
| 4 | Самсонов Г. В., Веницкий И. М. Тугоплавкие соединения : справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Металлургия, 1976. 558 с. | 2 |
| 2.2. Периодические издания | | |
| | Не используется | |
| 2.3. Нормативно-технические издания | | |
| | Не используется | |
| 3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины | | |
| | Не используется | |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента | | |
| | Не используется | |

6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы | Наименование разработки | Ссылка на информационный ресурс | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---------------------------|---|---|---|
| Дополнительная литература | Авиационные материалы и технологии 2005-2019 | https://journal.viam.ru | сеть Интернет; авторизованный доступ |
| Дополнительная литература | Авиационные материалы и технологии 2020-2022 | https://journal.viam.ru | сеть Интернет; авторизованный доступ |
| Дополнительная литература | Амосов, А. П. Основы материаловедения и технологии новых материалов : учебное пособие. Основы материаловедения и технологии новых материалов. Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. 203 с. | https://elib.pstu.ru/Record/ipr90679 | локальная сеть; авторизованный доступ |
| Дополнительная литература | Ильинкова Т. А. Защитные покрытия в авиадвигателестроении : учебное пособие. Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. 160 с. | https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-193500 | сеть Интернет; авторизованный доступ |
| Основная литература | Пузряков А. Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления : учебное пособие по курсу «технология конструкции из металлокомпозигов». 2-е изд. Москва : МГТУ им. Баумана, 2008. 360 с. | https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-106431 | сеть Интернет; авторизованный доступ |

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Вид ПО | Наименование ПО |
|----------------------|--|
| Операционные системы | MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022) |
| Офисные приложения. | Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567 |

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| Наименование | Ссылка на информационный ресурс |
|---|---|
| Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета | http://lib.pstu.ru/ |
| Электронно-библиотечная система Лань | https://e.lanbook.com/ |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс | http://www.consultant.ru/ |

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

| Вид занятий | Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения | Количество единиц |
|----------------------|---|-------------------|
| Лекция | ноутбук, проектор | 1 |
| Практическое занятие | ноутбук, проектор | 1 |

8. Фонд оценочных средств дисциплины

| |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Керамические покрытия в авиадвигателестроении»
Приложение к рабочей программе дисциплины

| | |
|--|--|
| Направление подготовки: | 15.04.01 «Машиностроение» |
| Направленность (профиль) образовательной программы: | Инновационные технологии сварочных процессов и керамические покрытия |
| Квалификация выпускника: | «Магистр» |
| Выпускающая кафедра: | Передовая инженерная школа «Высшая школа авиационного двигателестроения» |
| Форма обучения: | Очная |

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Кредитов по рабочему учебному плану: | 2 ЗЕ |
| Часов по рабочему учебному плану: | 72 ч. |

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 3 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Керамические покрытия в авиадвигателестроении" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (третьего семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине "Керамические покрытия в авиадвигателестроении" (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

| Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы) | Вид контроля | | | | | |
|---|--------------|-----|-------------|------|----------|-------|
| | Текущий | | Рубежный | | Итоговый | |
| | С | ТО | ОЛР/ ОПЗ | Т/КР | | Зачёт |
| Усвоенные знания | | | | | | |
| З.1 знать перспективные технологические процессы и оборудование для нанесения керамических покрытий в авиадвигателестроении. | | ТО1 | | КР1 | | ТВ |
| З.2 знать основные технологии и оборудование для нанесения керамических покрытий, современные методы их исследования, методы повышения технологичности в авиационном двигателестроении | | ТО2 | | КР2 | | ТВ |
| Освоенные умения | | | | | | |
| У.1 уметь выбирать технологические операции по подготовке и нанесению керамических покрытий и методы контроля технической (конструкторской и технологической) документации на соответствие нормативным документам и техническим условиям | | | ОПЗ1 | КР2 | | ПЗ |
| У.2 уметь разрабатывать принципиальные схемы техпроцессов нанесения керамических покрытий с применением передовых технологий проектирования, выбирать технологическое оборудование, разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию | | | ОПЗ2 | КР1 | | ПЗ |

| Приобретенные владения | | | | | | |
|--|--|--|------|--|--|----|
| В.1 владеть основами разработки архитектуры и процессов нанесения типовых и перспективных керамических покрытий, анализа результатов экспериментальных технологических процессов, оптимизации выбора материалов и оборудования | | | ОПЗ1 | | | ПЗ |
| В.2 владеть современными методами контроля характеристик и оценки качества керамических покрытий, анализа факторов, влияющих на качество и надежность керамических покрытий, выбора перспективных материалов и оборудования, обеспечивающих сокращение затрат труда | | | ОПЗ2 | | | ПЗ |

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям

Всего запланировано 2 практических занятия. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Материалы керамических покрытий», вторая КР – по модулю 2 «Современные методы нанесения керамических покрытий».

Типовые задания первой КР:

1. Охарактеризовать (классифицировать) керамические материалы для двигателестроения по рабочей температуре и комплексу функциональных свойств.
2. Дать понятие и охарактеризовать различие теплозащитного, термобарьерного и жаростойкого покрытия по комплексу функциональных свойств.

Типовые задания второй КР:

1. Сопоставить достоинства, недостатки и наносимые материалы в современных технологиях газопламенного (высокоскоростного, детонационного) и плазменного нанесения керамических покрытий.
2. Провести сравнение ионноплазменного (PVD) и термохимического (CVD) методов по производительности, качеству и свойствам нанесенных жаростойких и термобарьерных покрытий.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача отчетов по практическим занятиям и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Охарактеризуйте метод плазменного нанесения (APS, CAPS, HPPS, LPPS) и его применение при нанесении различных слоев керамических покрытий.
2. Охарактеризуйте метод EB-PVD и его применение при нанесении различных слоев керамических покрытий.
3. Охарактеризуйте метод HVOF и его применение при нанесении различных слоев керамических покрытий.
4. Охарактеризуйте методы электростатического (ESAVD) и прямого осаждения керамических покрытий из паровой фазы.
5. Перечислите основные пути совершенствования TBCs.
6. Охарактеризуйте необходимость (роль) связующего слоя в архитектуре TBCs и применяемые материалы.
7. Охарактеризуйте перспективные (новые) термобарьерные материалы по эксплуатационным признакам.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Проведите сравнительную оценку применяемых и перспективных материалов с низкой теплопроводностью.
2. Перечислите последовательность операций предварительной

подготовки керамических порошков для нанесения ТВСs и обоснуйте необходимость каждой операции для дальнейшего формирования структуры покрытия.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. В соответствии с расположением детали в конструкции ГТД (ГТУ) определить условия эксплуатации, выбрать тип (состав), архитектуру и метод нанесения покрытия.

2. В соответствии с расположением детали в конструкции ГТД (ГТУ) и условиями эксплуатации, предложить тип (состав), архитектуру и метод нанесения перспективного покрытия.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.