

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Аддитивные технологии в современном производстве**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Родякина Р.В.
	Идентификатор	R768be585-RodiakinaRV-b3c4458f

Р.В. Родякина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

П.В. Волков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

А.Л.
Гончаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

ИД-1 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования» (Коллоквиум)
2. Коллоквиум № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования» (Коллоквиум)
3. Коллоквиум № 3 «Основные виды аддитивных технологий, их достоинства и недостатки. Области применения, используемое оборудование» (Коллоквиум)
4. Коллоквиум № 4 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства» (Коллоквиум)
5. Контрольная работа № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства» (Контрольная работа)
6. Контрольная работа № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства; этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства» (Контрольная работа)
7. Контрольная работа № 3 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита РГР «Разработка модели процесса нагрева, плавления и остывания частиц порошка в слое порошкового материала при аддитивном выращивании изделия методом коаксиального лазерного плавления (КЛП)» (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Коллоквиум № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования» (Коллоквиум)
- КМ-2 Контрольная работа № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства» (Контрольная работа)
- КМ-3 Коллоквиум № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования» (Коллоквиум)
- КМ-4 Контрольная работа № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства; этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства» (Контрольная работа)
- КМ-5 Коллоквиум № 3 «Основные виды аддитивных технологий, их достоинства и недостатки. Области применения, используемое оборудование» (Коллоквиум)
- КМ-6 Контрольная работа № 3 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования» (Контрольная работа)
- КМ-7 Коллоквиум № 4 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства» (Коллоквиум)
- КМ-8 Защита РГР «Разработка модели процесса нагрева, плавления и остывания частиц порошка в слое порошкового материала при аддитивном выращивании изделия методом коаксиального лазерного плавления (КЛП)» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %								
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	3	4	7	7	13	14	16	16
Общие представления о процессе аддитивного производства. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования									
Общие представления о процессе аддитивного производства. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования		+	+						
Общая последовательность процесса аддитивного производства при производстве энергетического оборудования; этапы аддитивного производства при производстве энергетического оборудования.									

Различия технологий аддитивного производства								
Общая последовательность процесса аддитивного производства при производстве энергетического оборудования; этапы аддитивного производства при производстве энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства			+	+				
Знакомство с основными видами аддитивных технологий (фотополимеризация, плавление порошков в сформированном слое, экструзионные процессы, струйная печать, процессы направленного энерговклада, технологии прямой записи), которые могут быть использованы при производстве элементов энергетического оборудования								
Знакомство с основными видами аддитивных технологий (фотополимеризация, плавление порошков в сформированном слое, экструзионные процессы, струйная печать, процессы направленного энерговклада, технологии прямой записи), которые могут быть использованы при производстве элементов энергетического оборудования					+	+		
Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования								
Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования							+	+
Вес КМ:	10	10	10	10	10	10	10	30

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1ПК-2 Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования	Знать: общую последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования, этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования особенности применения аддитивных технологий в современном технологическом производстве для послойного формирования изделий энергетического оборудования и их возможности основные узлы установок для послойного формирования изделий	КМ-1 Коллоквиум № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования» (Коллоквиум) КМ-2 Контрольная работа № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства» (Контрольная работа) КМ-3 Коллоквиум № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования» (Коллоквиум) КМ-4 Контрольная работа № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства; этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства» (Контрольная работа) КМ-5 Коллоквиум № 3 «Основные виды аддитивных технологий, их достоинства и недостатки. Области применения, используемое оборудование» (Коллоквиум) КМ-6 Контрольная работа № 3 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования» (Контрольная работа) КМ-7 Коллоквиум № 4 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства» (Коллоквиум)

		энергетического оборудования существующие виды аддитивных технологий, возможные области их применения для послойного формирования изделий энергетического оборудования, их достоинства и недостатки Уметь: анализировать получаемые при реализации отдельных видов аддитивных технологий результаты выбирать оборудование и материалы, необходимое для проведения процесса в каждом конкретном случае выстраивать общую последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования с указанием ее этапов для конкретных деталей выбирать вид аддитивной технологии, который может быть в каждом конкретном случае использован для	КМ-8 Защита РГР «Разработка модели процесса нагрева, плавления и остывания частиц порошка в слое порошкового материала при аддитивном выращивании изделия методом коаксиального лазерного плавления (КЛП)» (Расчетно-графическая работа)
--	--	--	---

		производства энергетического оборудования	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Коллоквиум № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства. Развитие аддитивных технологий и их применение для производства энергетического оборудования»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из трех, в каждом по 5 вопросов. Время проведения работы – 20 минут.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний существующих видов аддитивных технологий, возможных областей их применения для послойного формирования изделий энергетического оборудования, их достоинств и недостатков.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: существующие виды аддитивных технологий, возможные области их применения для послойного формирования изделий энергетического оборудования, их достоинства и недостатки	1.Какие технологии относят к аддитивным и почему? 2.В чем отличие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ? 3.Какой ключевой принцип используется при изготовлении изделий в аддитивном производстве? 4.Какие особенности имеют аддитивные технологии, позволяющие получать металлические детали? 5.Каковы достоинства и недостатки технологии прямого лазерного нанесения материала?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал менее 60% правильных ответов

КМ-2. Контрольная работа № 1 «Общие представления о процессе аддитивного производства»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание контрольной работы состоит из 3 вопросов в каждом из трех вариантов заданий. Время проведения – 1 час.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку умения выбирать вид аддитивной технологии, который может быть в каждом конкретном случае использован для производства энергетического оборудования.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбирать вид аддитивной технологии, который может быть в каждом конкретном случае использован для производства энергетического оборудования	1. Выбрать технологию изготовления изделия из полимерных материалов, отвечающую требованиям к пространственному разрешению. 2. Выбрать виды технологии наплавки изделий из металлических материалов, обеспечивающие минимальную ширину слоя не более 0,5 мм. 3. Выбрать технологию, обеспечивающую производительность наплавки не ниже 10 кг/час. 4. Выбрать технологию, позволяющую осуществлять аддитивную наплавку в вакууме. 5. Выбрать технологию производства изделий из керамических материалов.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал менее 60% правильных ответов

КМ-3. Коллоквиум № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из трех, в каждом по 5 вопросов. Время проведения работы – 20 минут.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний общей последовательности процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования и этапов аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: общую последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования, этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования	1.Перечислить особенности процесса лазерного селективного выращивания деталей из металлического порошка. 2.Как получают детали методом селективного лазерного спекания? 3.Как получают детали методом селективного лазерного плавления? 4.Как получают детали с помощью EBF3-технологии? 5.Как изготавливают детали с помощью лазерной стереолитографии?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал менее 60% правильных ответов

КМ-4. Контрольная работа № 2 «Общая последовательность процесса аддитивного производства; этапы аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования. Различия технологий аддитивного производства»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание контрольной работы состоит из 3 вопросов в каждом из трех вариантов заданий. Время проведения – 2 часа.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку умения выстраивать общую последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования с указанием ее этапов.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выстраивать общую последовательность процесса аддитивного производства для послойного формирования изделий энергетического оборудования с указанием ее этапов для конкретных деталей	1.Описать процесс изготовления лопатки турбины методом лазерной стереолитографии. 2.Описать процесс восстановления изношенного штампа из стали 40Х с использованием технологии коаксиального лазерного плавления. 3.Описать процесс изготовления лопатки турбины с помощью EBF3-технологии. 4.Описать процесс изготовления блока цилиндров двигателя с помощью SLS-технологии. 5.Описать процесс ремонта изношенной цилиндрической обечайки с помощью EBF3-технологии из титанового сплава.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-5. Коллоквиум № 3 «Основные виды аддитивных технологий, их достоинства и недостатки. Области применения, используемое оборудование»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из трех, в каждом по 5 вопросов. Время проведения работы – 20 минут.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний основных узлов установок для послойного формирования изделий энергетического оборудования

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные узлы установок для послойного формирования изделий энергетического оборудования	1.Как устроена установка для селективного лазерного плавления? 2.Перечислить требования к системе подачи порошка в установках для СЛП и СЛС. 3.Как устроена установка для селективного лазерного спекания? 4.Как устроена установка для выращивания деталей методом EBF3-технологии? 5.Какие типы лазеров применяют в стереолитографических установках?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-6. Контрольная работа № 3 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Рекомендации по выбору технологии для аддитивного производства элементов энергетического оборудования»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задание контрольной работы состоит из 3 вопросов в каждом из трех вариантов заданий. Время проведения – 1 час.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на проверку умения выбирать оборудование и материалы, необходимое для проведения процесса в каждом конкретном случае

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбирать оборудование и материалы, необходимое для проведения процесса в каждом конкретном случае	1.Выбрать необходимое оборудование и материал для процесса изготовления лопатки турбины методом лазерной стереолитографии. 2.Выбрать необходимое оборудование и материал для восстановления изношенного штампа с использованием технологии коаксиального лазерного плавления. 3.Выбрать необходимое оборудование и материал для изготовления лопатки турбины с помощью EBF3-технологии. 4.Выбрать необходимое оборудование и материал для изготовления блока цилиндров двигателя с помощью SLS-технологии. 5.Выбрать необходимое оборудование и материал для ремонта изношенной цилиндрической обечайки из титанового сплава с помощью EBF3-технологии.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 90% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 75%, но не более 90% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве не менее 60%, но не более 75% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильные ответы в количестве менее 60%

КМ-7. Коллоквиум № 4 «Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве. Прямое цифровое производство. Проектирование для аддитивного производства»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из трех, в каждом по 5 вопросов. Время проведения работы – 20 минут.

Краткое содержание задания:

Коллоквиум проводится на проверку знаний особенностей применения аддитивных технологий в современном технологическом производстве для послойного формирования изделий энергетического оборудования и их возможностей

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности применения аддитивных технологий в современном технологическом производстве для послойного формирования изделий энергетического оборудования и их возможности	1. Какие аддитивные технологии могут использоваться в современном технологическом производстве для послойного формирования изделий энергетического оборудования? 2. Какие порошки необходимо применять для аддитивного получения жаростойких деталей, используемых при производстве современного энергетического оборудования? 3. Как влияют параметры процесса СЛП на качество получаемых изделий энергетического оборудования и их возможности? 4. Какие детали, применяемые в изделиях энергетического оборудования, могут быть выращены с помощью EBF³-технологии? 5. Какие особенности конструкции отечественных установок для коаксиального лазерного плавления обеспечивают точность получения деталей, применяемых в изделиях энергетического оборудования?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении заданий допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 60%

КМ-8. Защита РГР «Разработка модели процесса нагрева, плавления и остывания частиц порошка в слое порошкового материала при аддитивном выращивании изделия методом коаксиального лазерного плавления (КЛП)»

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает один вариант из пяти, в каждом по 2 вопроса. Время на подготовку к защите РГР – 30 минут.

Краткое содержание задания:

Защита РГР проводится для проверки умения анализировать получаемые при реализации отдельных видов аддитивных технологий результаты.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать получаемые при реализации отдельных видов аддитивных технологий результаты	1.Описать влияние сил, которые необходимо учитывать при расчете траектории движения частиц. 2.Описать последовательность действий, которые необходимо предпринять для завершения расчета, если в процессе расчета возникает множество «прерванных» частиц. 3.Объяснить ограничения по фракционному составу порошковых частиц, которые накладываются при применении сопел с высоким значением угла схождения. 4.Объяснить, почему снижение скорости процесса выращивания ведет к увеличению коэффициента использования порошка. 5.Объяснить влияние расхода газа и размера частиц порошка на параметры газопорошковой струи.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Если студент правильно выполнил практически все задания и правильно ответил на вопросы, заданные ему на защите, но при этом мог допустить недочеты

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно выполнил задания и правильно ответил на вопросы, заданные ему на защите, но допустил при этом не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент при выполнении РГЗ и ответе на вопросы, заданные ему на защите, допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент при защите РГЗ дал правильные ответы в количестве менее 60% .

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

- 1 В чем заключается сущность процесса КЛП? Как он реализуется?
2. Перечислите основные источники нагрева, применяемые для реализации аддитивных технологий формообразования металлических изделий. Какие из этих источников обеспечивают максимальное пространственное разрешение при наплавке?
3. Основные элементы, которые входят в состав электронных пушек, применяемых для аддитивных технологий.

Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати. В билете содержится 3 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Принимает обоснованные технические решения при разработке технологий производства, ремонта и контроля энергетического оборудования

Вопросы, задания

1. Основные категории, на которые разделяют аддитивные технологии.
2. Каков принцип изготовления деталей и каковы их особенности при селективном лазерном спекании?
3. В чем заключается сущность технологии лазерной стереолитографии?
4. Какие компьютерные методы используют для построения модели и контроля готовых изделий?
5. Какие меры предпринимают, чтобы удерживать выступающие элементы детали при выращивании?
6. Какие основные параметры процесса определяют эффективность взаимодействия фотополимеризующейся композиции с лазерным излучением?
7. В чем состоит принцип СЛП?
8. В чем состоит физическая сущность эффекта Марангони? Как данный эффект влияет на качество наплавляемой дорожки?
9. Что такое стратегия обхода и как она выполняется?
10. В каких случаях применяется боковая подача порошка?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Общая последовательность изготовления деталей методами аддитивных технологий включает ____ основных этапов (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) 4; б) 5; в) 6; г) 7

Верный ответ: г

2. Лазерную стереолитографию используют для изготовления твердых деталей по компьютерным моделям посредством воздействия ____ на ____ (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) лазерного излучения на жидкие фоточувствительные полимеры; б) электронного луча на специальные порошки; в) лазерного излучения на специальные порошки; г) лазерного излучения на металлы.

Верный ответ: а

3. По размерам металлические порошки, используемые в аддитивных технологиях, подразделяют на ____ групп (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) 5; б) 6; в) 7; г) 8

Верный ответ: б

4. Для чего нужна технологическая развертка пучка при электронно-лучевой наплавке? (выберите 2 варианта ответов)

Ответы:

Ответы: а) для равномерного распределения энергии электронного луча, вводимой в единицу времени; б) для получения более широких наплавляемых валиков; в) для регулирования переноса жидкого металла в сварочной ванне; г) для уменьшения высоты наплавляемых валиков

Верный ответ: а, в

5. В чем отличие технологии СЛП от СЛС? (выберите 2 ответа)

Ответы:

а) Эти технологии отличаются используемой мощностью лазерных источников или схемой движения луча; б) Технология СЛС обеспечивает более высокое качество получаемых изделий; в) В технологии СЛС используются большие мощности, чем в технологии СЛП; г) Технология СЛП предусматривает полное расплавление порошков и их сплавление, а технология СЛС – только спекание порошка.

Верный ответ: а, г

6. Прочность материала деталей, полученных СЛП, ____ прочность деталей, полученных литейной технологией (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) превышает на 2–12%; б) оказывается меньше на 5–15%; в) превышает на 20–30%; г) оказывается меньше на 10–20%

Верный ответ: а

7. Каким образом выбирается величина рабочего отрезка между механизмом подачи проволоки и формируемым слоем? (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) так, чтобы оплавление проволоки происходило над формируемым валиком; б) так, чтобы проволока подавалась непосредственно в ванну расплава; в) так, чтобы проволока упиралась в подслон; г) так, чтобы проволока оплавлялась только под действием луча.

Верный ответ: б

8. Как учитывают влияние скрытой теплоты плавления на процесс аддитивного формообразования? (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) в ходе моделирования влияние скрытой теплоты плавления учитывается при задании реального источника нагрева; б) в ходе моделирования влияние скрытой теплоты плавления учитывается при введении реального стока тепла; в) скрытая теплота плавления учитывается путем введения фиктивного объемного стока (при плавлении) или источника (при кристаллизации) тепла; г) вообще не учитывают

Верный ответ: в

9. Что является физической основой процесса коаксиального лазерного плавления? (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) лазерная порошковая наплавка отдельного слоя на подложку; б) электронно-лучевая наплавка отдельного слоя на подложку; в) лазерная наплавка проволоки на подложку; г) лазерная стереолитография

Верный ответ: а

10. Как влияют зоны повторного нагрева при формировании многослойных конструкций на распределение твердости? (выберите 2 ответа)

Ответы:

а) твердость практически не изменяется; б) твердость убывает с увеличением расстояния от подложки; в) твердость возрастает ближе к корню валика; г) твердость возрастает с увеличением расстояния от подложки

Верный ответ: б, в

11. Основным фактором, влияющим на механические свойства и микроструктуру при неизменных параметрах источника является ____ (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) скорость наплавки; б) мощность источника; в) высота наплавляемого слоя; г) ширина получаемого валика

Верный ответ: а

12. В чем различие механических свойств алюминиевых сплавов, полученных технологией селективного лазерного плавления и технологией литья? (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) различия нет; б) алюминиевые сплавы, полученные технологией селективного лазерного плавления, по прочности и пластичности на 10–15% превосходят аналогичные свойства сплавов, полученных с использованием технологии литья; в) алюминиевые сплавы, полученные технологией селективного лазерного плавления, по прочности и пластичности оказываются на 10–15% хуже, аналогичных свойств сплавов, полученных с использованием технологии литья; г) алюминиевые сплавы, полученные технологией селективного лазерного плавления, по прочности на 10–15% превосходят аналогичные свойства сплавов, полученных с использованием технологии литья, а по пластичности, наоборот, оказываются на 10–15% хуже.

Верный ответ: б

13. Регулирование скорости затвердевания металла при СЛП можно осуществлять за счет: (выберите 2 ответа)

Ответы:

а) сочетания высокой мощности лазерного излучения с высокой скоростью сканирования; б) сочетания низкой мощности лазерного излучения с низкой скоростью сканирования; в) сочетания высокой мощности лазерного излучения с низкой скоростью сканирования; г) сочетания низкой мощности лазерного излучения с высокой скоростью сканирования

Верный ответ: а, б

14. Основными моделями, применяемыми в аддитивных дуговых технологиях, являются _____ (выберите 2 ответа)

Ответы:

а) эллиптическая; б) традиционная; в) цилиндрическая; г) тангенциальная

Верный ответ: б, г

15. Растровые шаблоны предпочтительны для _____ (выберите 1 ответ)

Ответы:

а) получения тонкостенных конструкций; б) повышения точности; в) уменьшения анизотропии материала; г) снижения коробления.

Верный ответ: а

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 70% от общего числа

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 60%, но не более 70% от общего числа

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве не менее 50%, но не более 60% от общего числа

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Студент дал правильных ответов в количестве менее 50%

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.