

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Аддитивные технологии**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербаков А.В.
	Идентификатор	Raf18b6c8-ShcherbakovAV-abf82f1

А.В.
Щербаков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федин М.А.
	Идентификатор	R3e9797a9-FedinMA-34f385d8

М.А.
Федин

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

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-1 Способен проводить научные исследования в области электротехнологических процессов и установок с системами питания и управления

ИД-1 Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электротехнологических установках и системах различных видов

2. ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области электротехнологических установок и систем

ИД-1 Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений

ИД-2 Демонстрирует умение проводить оптимальный выбор проектных решений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Аддитивные технологии плавления и спекания порошка на подложке (Тестирование)
2. Аддитивные технологии производства изделий из полимерных материалов» (Тестирование)
3. Аддитивные технологии с подачей присадочной проволоки (Тестирование)
4. Порошковые аддитивные технологии направленного энерговклада (Тестирование)
5. Расчет параметров технологического процесса аддитивного формообразования. (Решение задач)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	6	8	10	14
Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов						
Технологии аддитивного производства изделий из полимерных материалов	+					
Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).						
Аддитивные технологии, основанные на плавлении порошка на подложке (PBF).		+				
Технологии направленного энерговклада (DED, DMD) с подачей присадочного материала в виде порошка						

Технологии направленного энерговклада (DED) с подачей присадочного материала в виде порошка			+		
Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде проволоки					
Технологии аддитивного формообразования с подачей присадочного материала в виде проволоки				+	
Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.					
Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования.					+
Вес КМ:	10	10	10	20	50

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

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-1	ИД-1 _{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электро-технологических установках и системах различных видов	Знать: принципы действия и отличительные особенности современных технологий аддитивного производства изделий из полимерных материалов принципы реализации технологии послойного лазерного и электронно-лучевого плавления порошка на подложке	Аддитивные технологии производства изделий из полимерных материалов» (Тестирование) Аддитивные технологии плавления и спекания порошка на подложке (Тестирование)
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений	Знать: особенности технологий аддитивного формообразования с подачей присадочной проволоки принципы реализации технологий направленного энерговклада для аддитивного производства с подачей порошка	Порошковые аддитивные технологии направленного энерговклада (Тестирование) Аддитивные технологии с подачей присадочной проволоки (Тестирование)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Демонстрирует умение проводить	Уметь: применять полученные	Расчет параметров технологического процесса аддитивного формообразования. (Решение задач)

	оптимальный выбор проектных решений	знания для выбора элементов оборудования для реализации аддитивных технологий	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Аддитивные технологии производства изделий из полимерных материалов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний основных понятий аддитивного производства, а также технологий 3D-печати изделий из полимерных материалов

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы действия и отличительные особенности современных технологий аддитивного производства изделий из полимерных материалов	1. 1. Тесселяция - это а. процесс переработки полимерных материалов б. процесс преобразования геометрической модели (например, CAD) в STL-модель в. процесс удаления поддерживающих структур ответ - б 2. Слайсер - это а. инструмент для удаления поддерживающей структуры б. программное обеспечение для автоматического разделения геометрической модели на подслои в. программная надстройка для одновременной печати нескольких однотипных изделий ответ - б 3. Стерелитография - это а. лазерное сканирование изделия для получения 3D-модели б. технология 3d-печати изделий путем послойного отверждения жидкого фотополимера лазерным лучом в. технология нанесения масок на структуры, применяемая в производстве интегральных микросхем ответ - б 4. Что такое САМ-система? а. класс продуктов для компьютерной поддержки расчетов и инженерного анализа б. системы для компьютерной поддержки проектирования в. системы компьютерной поддержки производства, необходимая для генерации программ управления рабочими органами принтера ответ - в 5. Какие из перечисленных САПР содержат в себе САМ-элементы?
---	--

	а. AutoCAD б. Pro/Engineer в. TurboCAD ответ - б 6. Какое типичное разрешение по толщине слоя характерно для стереолитографических процессов 3D-печати а. 0,05-0,2 мм б. 0,5-2 мм в. 2-4 мм ответ - а 7. Что такое сшивка фотополимера? а. механическое соединение нескольких напечатанных изделий полимерной нитью б. удержание изделия в процессе печати опорной структурой в. создание сильных ковалентных связей между цепями после воздействия лазерного излучения ответ - в. 8. Какие две основы применяются сегодня для фотополимеров? а. акрилаты, эпоксидные композиции б. фторэластомеры, синтетические каучуки в. силиконы, поливинилхлориды ответ - а 9. В каком виде может поставляться материал для экструзионных систем 3D-печати? а. нити (филаменты) б. гранулы в. пасты, массы ответ - все три вида (а,б,в) 10. С какой целью применяют подогрев рабочего стола в FDM-принтерах? а. для сохранения текучести материала б. для предотвращения термической деформации и формирования трещин в изделии в. для охлаждения изделия. ответ - б.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-2. Аддитивные технологии плавления и спекания порошка на подложке

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний особенностей реализации технологий аддитивного формообразования на основе лазерного и электронно-лучевого плавления порошка на подложке

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы реализации технологии послойного лазерного и электронно-лучевого плавления порошка на подложке	1. Для формирования изделий из каких материалов возможно использования технологии электронно-лучевого плавления порошка на подложке? а. металлические порошки б. керамические порошки в. полимерные порошки ответ - а 2. С какой целью перед началом процесса электронно-лучевого плавления производят охлаждение камеры? а. для подогрева изделия б. для снижения давления в камере в. для стабилизации теплоотвода в процессе формирования изделия ответ - в. 3. Какая из двух технологий - электронно-лучевая, или лазерная, обеспечивает объемный нагрев частиц порошка? а. лазерная б. электронно-лучевая в. обе технологии ответ - б. 4. Что такое эффект “дымления” при электронно-лучевой наплавке а. появление задымления, ухудшающего наблюдение за процессом б. разлет частиц порошка вследствие накопления отрицательного заряда в. плазменные явления в электронной пушке, приводящие к высоковольтным пробоям ответ - б. 5. Вследствие какого из указанных факторов может
--	--

	наблюдаться явление деламинации, или расслоения изделий, формируемых методом PBF? а. неоднородность размеров и характеристик порошков б. появление термических напряжений между слоями в. окисления материала в процессе наплавки ответ - б. 6. Какие характерные размеры имеют частицы металлических порошков, применяемых в технологии EBM? а. 1-20 мкм б. 200-400 мкм в. 40-100 мкм ответ - в. 7. С какой целью проводят сфероидизацию частиц порошков, применяемых в технологиях PBF? а. для удаления оксидных и других пленок с их поверхности б. для устранения эффекта “дымления” в. для повышения плотности засыпки и обеспечения хорошей “текучести” порошковой среды ответ - в. 8. Какой режим будет наблюдаться при превышении плотности лазерного или электронного луча выше допустимых значений? а. эффект капельного образования (или сфероидозация) б. увеличение ширины слоя в. переход к глубокому “кинжальному” проплавлению ответ - в. 9. Каким образом обычно регулируют свойства структуры материала изделий, формируемых с помощью технологии SLM? а. путем длительного межслоевого охлаждения б. путем высокотемпературного подогрева области построения в. путем согласованного изменения скорости сканирования и мощности луча ответ - в. 10. По какой причине кольцеобразное кольцеобразном распределении мощности по сечению луча оказывается предпочтительнее, чем гауссово? а. формируются более “резкие” границы слоя б. обеспечивается более “мягкий” термический цикл в. минимизируется повторного проплавление нижележащего слоя ответ - в.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
 Описание характеристики выполнения знания:
 Оценка: не зачтено
 Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Порошковые аддитивные технологии направленного энерговклада

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний основных понятий аддитивного производства изделий методом лазерной наплавки с прямой подачей порошка (DMD)

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы реализации технологий направленного энерговклада для аддитивного производства с подачей порошка	1. 1. Какие три основных метода подачи порошка в зону выращивания используют для лазерных DMD-процессов а. нижняя подача б. боковая подача в. многоструйная подача г. засыпка с предварительным выравниванием слоя - д коаксиальная подача ответ - б, в, д 2. К чему приводит неполное расплавление частиц порошка в струе? а. к разбрызгиванию металла б. к формированию шероховатой поверхности в. к возникновению эффекта Марангони ответ - б. 3. К чему должно приводить увеличение мощности лазерного луча при сохранении остальных параметров режима постоянными? а. к формированию кинжального проплавления б. к повышению пористости слоя в. к увеличению ширины и глубины проплавления ответ - в. 4. Оказывает ли струя порошка динамическое воздействие на жидкую ванну при реализации DMD-процесса? а. оказывает, формируются колебания поверхности ванны б. не оказывает в. оказывается, высота ванны увеличивается ответ - а. 5. Какие типичные значения имеет коэффициент использования порошка (КИП) при реализации DMD-лазерной наплавки? а. 10-15%
--	--

	б. 15-76% в. 96-98% ответ - б. 6. За счет какого фактора транспортируется металлический порошок от питателя к соплу при DMD-лазерной наплавке? а. за счет силы тяжести б. за счет продувки воздухом в. за счет продувки инертным газом - аргоном ответ - в. 7. Какие скорости охлаждения вблизи температуры кристаллизации характерны для процесса коаксиальной лазерной наплавки (КЛП)? а. 100 градусов Цельсия в секунду б. 1000-100000 градусов Цельсия в секунду в. выше 100000 градусов Цельсия в секунду ответ - б. 8. К каким дефектам могут приводить высокие скорости нагрева и охлаждения (и, как следствие, малое время существования ванны расплава)? а. к окислению металла формируемого изделия б. к разбрызгиванию металла ванны в. к возникновению высоких остаточных напряжений, приводящих к искажениям формы или к трещинообразованию ответ - в. 9. Какой основной тип лазера применяется в современных установках для лазерной DMD-наплавки? а. твердотельный YAG-лазер б. газовый CO₂-лазер в. иттербиевый волоконный лазер ответ - в. 10. В чем преимущество применения портальной (линейной) системы перемещения перед роботизированной ячейкой? а. более низкая стоимость б. меньшие масса и габариты в. более высокая точность позиционирования ответ - в.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-4. Аддитивные технологии с подачей присадочной проволоки

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание состоит из 10 вопросов в каждом из двух вариантов заданий. Время проведения - 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест проводится на проверку знаний основ технологий аддитивного производства металлических изделий с подачей присадочного материала в виде проволоки

Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности технологий аддитивного формообразования с подачей присадочной проволоки	1. В чем отличие TIG процесса наплавки от MIG процесса? а. при TIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при MIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод. б. при TIG-процессе подается инертный газ, а при MIG-процесса - химически активный в. при MIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при TIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод. ответ - в. 2. В чем сущность СМТ-процесса наплавки? а. в применении водяного охлаждения проволоки б. в использования импульсного тока и возвратно-поступательного движения проволоки в. в управляемом охлаждении сопла ответ - б. 3. В чем суть запатентованного процесса RPD? а. в применении TIG-наплавки с подачей проволоки б. в применении плазменной наплавки с подачей проволоки в. в применении MIG-наплавки ответ - б. 4. В чем основное преимущество СМТ процесса перед MIG - процессом? а. в уменьшении теплоотвода в подслои и его повторного проплавления б. в повышении производительности процесса в. в повышении концентрации источника нагрева ответ - а. 5. Чем отличается плазменная дуга от плазменной струи?
--	--

	а. в первом случае анод является отдельным электродом, а во втором анодом является изделие б. в применении турбулизаторов для закручивания потока плазмообразующего газа в. в первом случае анодом является изделие, а во втором - отдельный анод-сопло ответ - в. 6. Каков порядок максимальной производительности процессов “проволочной” наплавки а. порядка 10 кг/час б. порядка 1 кг/час в. порядка 100 кг/час ответ - а. 7. С какой целью применяют развертку электронного пучка в технологии ЕВАМ? а. для эффективного перемешивания при наплавке разнородных металлов б. для создания требуемых размеров пятна нагрева в. для точного “прицеливания” в проволоку ответ - б. 8. Почему в процессе наплавки изделий с применением присадочной проволоки размеры ванны не остаются постоянными? а. из-за периодического характера движения металла б. из-за изменения теплотехнической массивности изделия и влияния зон повторного нагрева в. из-за требований технологии: в процессе наплавки изменяется мощности луча и скорость наплавки ответ - б. 9. В какой среде осуществляется процесс электронно-лучевой наплавки? а. в защитном газе б. в технологическом вакууме в. при атмосферных условиях ответ - б. 10. Какие источники нагрева применяются для наплавки изделий с подачей присадочной проволоки а. лазерный луч, дуговой и плазменно-дуговой нагрев, электронный луч, электроконтактный нагрев б. косвенный нагрев сопротивлением, лазерный нагрев, электронно-лучевой нагрев в. индукционный нагрев, дуговой нагрев, лазерный и электронно-лучевой нагрев ответ - а.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

КМ-5. Расчет параметров технологического процесса аддитивного формообразования.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 50

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждый студент получает расчетное задание, после его выполнения производится защита (преподаватель задает вопросы)

Краткое содержание задания:

Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Принципы разработки аддитивных технологий и выбора элементов оборудования."

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять полученные знания для выбора элементов оборудования для реализации аддитивных технологий	1. Студентам необходимо провести расчет параметров технологического процесса аддитивного формообразования. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Расчетным путем подберите параметры электронного пучка, сканирующего слой порошка из стали 316L со скоростью 4 м/с для плавления слоя глубиной 50 мкм и шириной не более 400 мкм. 2. Определите скорость подачи проволоки, необходимую для формирования слоя с поперечным сечением 8 кв. мм при скорости движения источника нагрева 5 мм/с. Проведите оценку мощности источника нагрева (электронного луча, электрической дуги) с учетом термического КПД. На защите расчетного задания студентам могут быть заданы следующие вопросы: 1. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение скорости сканирования луча? 2. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение мощности луча? 3. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение мощности луча? 4. Как влияет на формирование слоя при PBF-процессе изменение эквивалентной
---	--

	теплопроводности порошкового слоя? 5. Что такое погонная энергия процесса и как она связана со скоростью подачи присадочного материала (для DED и DMD-процессов)? 6. Как связана мощность луча со скоростью наплавки? 7. Как можно определить термический КПД процесса наплавки? 8. Как влияют размеры пятна нагрева на режим формирования слоя при наплавке с подачей присадочной проволоки? 9. Опишите отличия процессов лазерной и дуговой наплавки с подачей присадочного материала в виде проволоки? 10. В чем преимущество плазменной наплавки в сравнении с дуговой (MIG/TIG)?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

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

Описание характеристики выполнения знания: Студент правильно ответил менее, чем на 60% вопросов.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Этапы процесса электронно-лучевого плавления порошка на подложке (EBM)
2. Процесс стереолитографии

Процедура проведения

Студент получает один билет из двадцати четырех. В билете содержится 2 вопроса. Время на подготовку к ответу составляет 70 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Демонстрирует понимание физических процессов и закономерностей в электро-технологических установках и системах различных видов

Вопросы, задания

1. Структура (цепочка) процесса аддитивного производства
2. Процесс стереолитографии
3. Процесс FDM
4. Фотополимеры
5. Термопласты для FDM-процессов
6. Экструдеры для FDM-процессов
7. Типы SLA-принтеров
8. Строительные 3D-принтеры
9. Этапы процесса электронно-лучевого плавления порошка на подложке (EBM)
10. Характеристики порошковых материалов, применяемых для EBM-технологии
11. Эффект “дымления” при EBM-печати
12. SLS и SLM процессы
13. Особенности процесса селективного лазерного плавления и возможные дефекты формообразования

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Тесселяция - это
Ответы:
а. процесс переработки полимерных материалов
б. процесс преобразования геометрической модели (например, CAD) в STL-модель
в. процесс удаления поддерживающих структур
Верный ответ: б
2. Стереолитография - это
Ответы:
а. лазерное сканирование изделия для получения 3D-модели
б. технология 3d-печати изделий путем послойного отверждения жидкого фотополимера лазерным лучом
в. технология нанесения масок на структуры, применяемая в производстве интегральных микросхем
Верный ответ: б

3.Какое типичное разрешение по толщине слоя характерно для стереолитографических процессов 3D-печати?

Ответы:

- а. 0,05-0,2 мм
- б. 0,5-2 мм
- в. 2-4 мм

Верный ответ: а

4.В каком виде может поставляться материал для экструзионных систем 3D-печати?

Ответы:

- а. нити (филаменты)
- б. гранулы
- в. пасты, массы

Верный ответ: все три вида (а,б,в)

5.Для формирования изделий из каких материалов возможно использования технологии электронно-лучевого плавления порошка на подложке?

Ответы:

- а. металлические порошки
- б. керамические порошки
- в. полимерные порошки

Верный ответ: а

6.Какая из двух технологий - электронно-лучевая, или лазерная, обеспечивает объемный нагрев частиц порошка?

Ответы:

- а. лазерная
- б. электронно-лучевая
- в. обе технологии

Верный ответ: б

7.Что такое эффект “дымления” при электронно-лучевой наплавке?

Ответы:

- а. появление задымления, ухудшающего наблюдение за процессом
- б. разлет частиц порошка вследствие накопления отрицательного заряда
- в. плазменные явления в электронной пушке, приводящие к высоковольтным пробоям

Верный ответ: б

8.С какой целью проводят сфероидизацию частиц порошков, применяемых в технологиях PBF?

Ответы:

- а. для удаления оксидных и других пленок с их поверхности
- б. для устранения эффекта “дымления”
- в. для повышения плотности засыпки и обеспечения хорошей “текучести” порошковой среды

Верный ответ: в

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Демонстрирует умение выбирать критерии принятия проектных решений

Вопросы, задания

- 1.Процессы направленного энерговклада: классификация
- 2.Процессы лазерной наплавки с прямой подачей порошка
- 3.Коаксиальная подача порошка (КЛП)-процесс
- 4.WAAM процессы: классификация, преимущества и недостатки
- 5.EBAM/EBFFF - процессы - особенности, преимущества и недостатки
- 6.Лазерная наплавка с подачей присадочной проволоки

7. Процессы струйной печати (Binder Jetting) и технологии печати изделий из керамических материалов: классификация

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чем отличие TIG процесса наплавки от MIG процесса?

Ответы:

- а. при TIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при MIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод.
- б. при TIG-процессе подается инертный газ, а при MIG-процесса - химически активный
- в. при MIG наплавке электродом является присадочная проволока, а при TIG используется нерасходуемый вольфрамовый электрод.

Верный ответ: в

2. В чем сущность CMT-процесса наплавки (Cold Metal Transfer)?

Ответы:

- а. в применении водяного охлаждения проволоки
- б. в использовании импульсного тока и возвратно-поступательного движения проволоки
- в. в управляемом охлаждении сопла

Верный ответ: б

3. Каков порядок максимальной производительности процессов “проволочной” наплавки

Ответы:

- а. порядка 10 кг/час
- б. порядка 1 кг/час
- в. порядка 100 кг/час

Верный ответ: а

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Демонстрирует умение проводить оптимальный выбор проектных решений

Вопросы, задания

1. Электронная пушка и режим ее работы при EBM-процессе
2. Системы подачи порошка для лазерного DMD-процесса
3. Манипуляторы и роботы для реализации лазерного DMD-процесса
4. Системы электропривода, датчики и исполнительные регуляторы FDM-принтеров
5. Выбор стратегии построения изделий из полимерных материалов (для SLA и FDM технологий)
6. Методы расчета параметров режима наплавки металлических изделий с подачей материала в виде присадочной проволоки (EBFFF, WAAM, LAWAM)
7. Методы расчета параметров режима плавления порошка на подложке (SLM, EBM)
8. Механизмы и приводы установок для аддитивного формообразования изделий из металлических материалов: выбор и методики проектирования
9. Особенности конструкции лазерных технологических комплексов для выращивания изделий с прямой подачей порошка: выбор и особенности проектирования исполнительных регуляторов, механизмов, источников питания и датчиков
10. Особенности конструкции электронно-лучевых технологических комплексов для выращивания изделий с прямой подачей проволоки: выбор и особенности проектирования исполнительных регуляторов, механизмов, источников питания и датчиков

Материалы для проверки остаточных знаний

1. По какой причине кольцеобразное кольцеобразное распределение мощности по сечению луча оказывается предпочтительнее, чем гауссово?

Ответы:

- а. формируются более “резкие” границы слоя

- б. обеспечивается более “мягкий” термический цикл
- в. минимизируется повторного проплавление нижележащего слоя

Верный ответ: в

2. Какие три основных метода подачи порошка в зону выращивания используют для лазерных DMD-процессов?

Ответы:

- а. нижняя подача
- б. боковая подача
- в. многоструйная подача
- г. засыпка с предварительным выравниванием слоя
- д коаксиальная подача

Верный ответ: б, в, д

3. К чему приводит неполное расплавление частиц порошка в струе при DMD-лазерной наплавке?

Ответы:

- а. к разбрызгиванию металла
- б. к формированию шероховатой поверхности
- в. к возникновению эффекта Марангони

Верный ответ: б

4. За счет какого фактора транспортируется металлический порошок от питателя к соплу при DMD-лазерной наплавке?

Ответы:

- а. за счет силы тяжести
- б. за счет продувки воздухом
- в. за счет продувки инертным газом - аргоном

Верный ответ: в

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

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

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2

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

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 зачетной составляющих