

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Физические основы аддитивных технологий

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.Н. Филимонов

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 – Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости;

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- посещаемость;
- выполнение персональных заданий;
- выступление на семинаре.

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты участия в работе на семинаре, и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом):

- посещаемость, максимальный балл 10,
- персональных заданий, максимальный балл 30 баллов,
- выступление и работа на семинаре, максимальный балл 10 баллов.

Примеры тем персональных заданий:

1. Анализ полей температур (и их градиента) при селективном лазерном сплавлении порошков алюминиевых сплавов для различных мощностей лазера P , скоростей сканирования v , и толщин слоя h .

2. Анализ микроструктуры образцов из нержавеющей сталей, изготовленных методом селективного лазерного спекания: сравнение структуры при изменении температурной мощности лазера P , скорости нагрева v , и толщины слоя h .

3. Анализ остаточных напряжений в образцах из титана, полученных методом электронно-лучевой наплавки при различных параметрах энергии электронного луча E и скорости перемещения луча v .

4. Анализ влияния скорости сканирования лазера и толщины порошкового слоя на формирование дефектов (поры, трещины) в образцах нержавеющей стали, получаемых методом селективного лазерного сплавления.

5. Анализ влияния энергии электронного луча на ширину зоны термического влияния при обработке никелевых сплавов.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет включает 3 вопроса по 10 баллов из списка контрольных вопросов по курсу, проверяющих сформированность компетенции ПК-1 в соответствии с индикаторами ИПК-1.1 и ИПК-1.2. Ответы даются в развернутой форме.

Примеры вопросов:

1. Остаточные напряжения в материалах, используемых для получения изделий методами аддитивных технологий: причины и методы их снижения.

2. Принципы взаимодействия лазера с металлическим порошком при аддитивном производстве.

Дополнительные и/или уточняющие вопросы по основным темам и содержанию курса (разделы 8, 11), позволяющие оценить уровень освоения всей программы. Ответ на уровне формулировки основных определений и представлений.

Например:

Вопрос 1. В чем отличие между селективным лазерным сплавлением и селективным лазерным спеканием?

Вопрос 2. Как скорость сканирования влияет на пористость образца?

Вопрос 3. Какие параметры электронного луча необходимо оптимизировать для минимизации остаточных напряжений?

Вопрос 4. Как температура плавления материала влияет на выбор метода аддитивной технологии?

И т.д.

На промежуточную аттестацию планируется не более 50 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине складывается из суммы баллов, полученных по итогам текущего контроля и промежуточной аттестации: оценка «зачтено» – от 70 баллов.

Перечень вопросов, выносимых на зачет.

1. Что такое аддитивные технологии, и в чем их основные преимущества?
2. Какие физические процессы лежат в основе аддитивных методов производства?
3. Что такое зона термического влияния, и как она формируется при получении изделий методом аддитивных технологий?
4. Какие параметры технологического процесса влияют на качество аддитивно получаемого изделия?
5. Как распределение температуры в процессе аддитивного производства влияет на свойства изделия?
6. Какие дефекты могут возникать в материалах при получении их методами аддитивных технологий, и как их можно предотвратить?
7. В чем заключается роль остаточных напряжений в аддитивных технологиях?
8. Как физика процесса охлаждения влияет на микроструктуру и свойства аддитивных материалов?
9. Какие основные этапы включает процесс аддитивного производства?
10. Что такое параметрический контроль, и почему он важен для аддитивных технологий?
11. Каковы ключевые особенности процессов лазерного плавления и электронно-лучевой обработки?
12. Что такое пористость в аддитивных материалах, и какие факторы на нее влияют?
13. Какую роль играет скорость сканирования в аддитивных технологиях?
14. Какие физические основы лежат в основе контроля качества изделий, изготовленных аддитивными методами?
15. Как современные методы численного моделирования применяются в аддитивных технологиях?

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Теоретические вопросы:

1. Дефекты аддитивного производства.

Ответ:

Основные дефекты: поры, трещины, неоднородности микроструктуры и

деформации. Причинами могут быть несоответствие параметров процесса и недостаточное качество порошка.

2. Оптимизация параметров аддитивных процессов.

Ответ:

Оптимизация параметров включает подбор мощности лазера, скорости сканирования, толщины слоя и времени охлаждения для минимизации дефектов и улучшения качества изделия.

3. Какие физические процессы лежат в основе селективного лазерного сплавления?

Ответ:

Поглощение энергии лазера порошковым материалом. Локальное плавление материала. Образование жидкой фазы и ее затвердевание.

4. Что такое остаточные напряжения, и как они возникают?

Ответ:

Это напряжения, сохраняющиеся в материале после завершения процесса аддитивного производства. Они возникают из-за градиентов температуры и неравномерного охлаждения.

5. Как влияет скорость сканирования на процесс аддитивного производства?

Ответ:

Увеличение скорости сканирования уменьшает тепловложение, что может привести к неполному плавлению материала.

Снижение скорости увеличивает зону плавления, но может вызвать перегрев и дефекты.

Информация о разработчике

Акимов Кирилл Олегович, кафедра физики металлов физического факультета ТГУ, доцент.