

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЗНАЧЕНИЙ ТВЁРДОСТИ ТИТАНА ОТ ПАРАМЕТРОВ АДДИТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

Батыгина А.Ю. (ГБОУ СОШ № 311)

Научный руководитель – Сидорова А.Д. (ИТМО)

Введение.

Титан – это металл, обладающий редким сочетанием таких свойств, как маленький удельный вес относительно остальных металлов, высокая коррозионная стойкость, пластичность, прочность. Применение титану нашлось в авиационной, химической и нефтегазовой отраслях, артиллерии, архитектуре и медицине [1].

Одним из ключевых недостатков титана является его низкая износостойкость, что объясняет разнообразие методов упрочнения титана. Традиционный метод закалки позволяет достичь значительного градиента температур, однако возникают остаточные напряжения, которые приводят к образованию трещин на поверхности материала.

Актуальность исследования обусловлена потребностью промышленности в повышении износостойкости материалов для изготовления деталей машин и оборудования, работающих в условиях повышенной нагрузки. Разработка новых или усовершенствование уже существующих методов упрочнения материалов необходима для создания более качественных и долговечных изделий.

В Университете ИТМО ранее проводилась разработка новой методики, позволяющей повысить твердость титана более, чем в 9 раз путем формирования на поверхности модифицированного нанокристаллического слоя. Внедрение данной технологии в производство может позволить использовать титан для изготовления режущих элементов, таких как лезвия и гильотины, а также других деталей, подверженных постоянному трению. Однако при увеличении площади обработки наблюдается снижение эффективности методики и уменьшение показателя твердости в 2 раза [2].

Таким образом, целью данной работы стал анализ зависимости эффективности упрочнения титана от параметров аддитивной лазерной обработки.

Основная часть.

В работе были изучены физические свойства лазерно-индуцированного покрытия на поверхности титанового сплава. Описана существующая технология упрочнения поверхности титана с помощью аддитивной лазерной обработки, обладающая такими преимуществами, как возможность гибкой локальной обработки, экологичность технологии и эффективности упрочнения. В качестве поглощающего покрытия при лазерной обработке используется графитовый порошок, эффективно поглощающий излучение на длине волны 1064 нм. Взаимодействие лазерного излучения с поверхностью приводит к перекристаллизации структуры, изменению рельефа и химического состава, что способствует формированию сверхтвердого слоя. Снижение эффективности обработки, предположительно, связано с остаточным нагревом материала и, как следствие, снижением градиента температур. Поэтому было предложено формирование структур с дискретной разверткой и некоторым расстоянием между зон обработки с целью компенсации внутренних напряжений.

Было проведено исследование уровня твердости поверхности титана. В ходе работы использовались следующие материалы и оборудование: технически чистый титан марки BT1-0, шлифовальная бумага различной зернистости, графитовый порошок, микротвердомер ПМТ-3, оптический микроскоп Carl Zeiss Axio Imager Al.m, импульсный иттербиевый волоконный лазер Минимаркер-2 и другие. Каждый эксперимент состоял из двух этапов:

1. Подготовка титанового образца к обработке, включая формирование оксидного слоя и углеродсодержащих структур под воздействием лазерного излучения. После предварительной шлифовки и полировки на поверхности титанового образца был

- сформирован оксидный слой. Следующим этапом было проведено лазерное структурирование под слоем графитового порошка;
2. Проведение испытаний на твердость сформированных структур с использованием микротвердомера по методу Виккерса и оптического микроскопа, а также обработка и анализ полученных результатов. Результаты показали, что комплексная обработка позволила повысить твердость поверхности титана более, чем в 2 раза, компенсируя выявленный недостаток существующей технологии. Однако метод требует дальнейшей доработки для достижения более существенного увеличения твердости.

Выводы.

В результате исследования была оценена эффективность предложенного метода создания структур на твердость поверхностного слоя титана. Дальнейшие исследования направлены на определение оптимальных параметров обработки, что позволит повысить эффективность технологии.

Список использованных источников:

1. Гаврилов Д. И., Карягин М. О., Нуяндин В. Д. Титан: свойства, получение, применение // Academy - 2017. - С. 17-24.
2. Егорова К. А., Розанов К. А., Киян А.И., Синев Д.А. Управление твердостью поверхностного слоя титановых образцов за счет аддитивной лазерной обработки // Фотоника [Photonics Russia] - 2023. - Т. 17. - № 1. - С. 16–24.
3. Григорьянц А. Г., Сафонов А. Н. Основы лазерного термоупрочнения сплавов. – 1988.
4. Проскуряков В. И., Родионов И. В., Новиков М. В. Сравнительный анализ лазерного упрочнения титановых и циркониевых образцов //ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЦЕССЫ. – 2019. – С. 224–228.
5. Батыгина А.Ю. (науч. рук. Сидорова А.Д.) Исследование зависимости повышения значений твердости титанового образца от параметров аддитивной лазерной обработки // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. Электронное издание. – СПб: Университет ИТМО, [2024]. URL: <https://kmu.itmo.ru/digests/article/13415>

Батыгина А.Ю. (автор)

Подпись

Сидорова А. Д. (научный руководитель)

Подпись