Министерство науки и высшего образования

Российской Федерации



Научно-производственный институт-предприятие

“Учебная техника и технологии” ЮУрГУ

Методическая разработка

**“Изготовление деталей методом аддитивных**

**технологий”**

по дисциплине

“Аддитивные технологии в металлургии

и машиностроении”

[**www.labstand.ru**](http://www.labstand.ru)

УДК 620.2 (075.8)

Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение Изготовление деталей методом аддитивных технологий: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с.

© Самодурова М.Н., Быков В.А., 2019

**Цель работы**

Изучить метод изготовления деталей при помощи лазерной установки ЛС-4.

**Приборы и материалы**

Иттербиевый волоконный лазер ЛС-4, стальная пластина (предварительно зачищенная), металлический порошок Вт6, 316L.

**Краткие теоретические сведения**

Лазерная наплавка заключается в нанесении на поверхность обрабатываемого изделия покрытия путем расплавления основы и присадочного материала. Причем поскольку основа подплавляется минимально, свойства покрытия главным образом зависит от свойств присадочного материала. Основными недостатками традиционных способов наплавки (электродуговая, плазменная, газовая, наплавка ТВЧ и т. д.) являются:

* ухудшение свойств наплавочного материала из-за перемешивания с основным;
* деформация изделия;
* трудности при осуществлении наплавки малых поверхностей и изделий сложной формы.

Преимущества лазерной наплавки:

* высокая концентрация энергии в пятне нагрева создает возможность проведения процесса при повышенных скоростях;
* формирование наплавочного слоя с милым коэффициентом перемешивания (0,05…0,15) в результате незначительного подплавления;
* минимальное термическое воздействие на основной металл;
* малые остаточные деформации наплавленных деталей;
* повышенные свойства наплавленных слоев.

**Иттербиевый волоконный лазер работает в диапазоне длин волн 1065 – 1075 нм. Лазер соответствует IV классу опасности согласно, СанПиН 2.2.4.3359-16 и ГОСТ IEC 60825-1-2013.**

**Избегайте попадания в глаза и на кожу прямого или рассеянного невидимого лазерного излучения, исходящего из оптического выхода.**

**Не работайте с выходным коннектором или коллиматором лазера при включенном излучении!**

**НИКОГДА не смотрите непосредственно в выходной коннектор или коллиматор и надевайте соответствующие защитные очки каждый раз при работе с прибором!**

****

В лабораторной работе использован роботизированный комплекс, установленный в НИЛ «Механики, лазерных процессов и цифровых производительных технологий»:

1. Установка предназначена для поверхностной лазерной наплавки на плоских деталях и телах вращения.
2. Обработка тел вращения происходит с использованием двухосевого позиционера KUKA DKP-400 и трех-кулачкового патрона ДУ 250.
3. В состав Установки входит иттербиевый волоконный лазер ЛС-4, максимальная допустимая выходная мощность излучения 4 кВт на длине волны от 1064 до 1080 нм.
4. По степени лазерной опасности Установка относится к 4 классу (согласно ГОСТ 31581-2012, СанПин 2.2.4.3359-16).
5. Установка оборудована ручным графическим терминалом KUKA Smart Pad для управления промышленным роботом-манипулятором KUKA KR-120 и двухосевым позиционером KUKA DKP-400.
6. Лазерный луч доставляется к Голове оптической FLW-D50L (далее ГО) посредством волоконно-оптического кабеля.
7. Позиционирование ГО в рабочей зоне осуществляется при помощи промышленного робота-манипулятора KUKA KR-120.

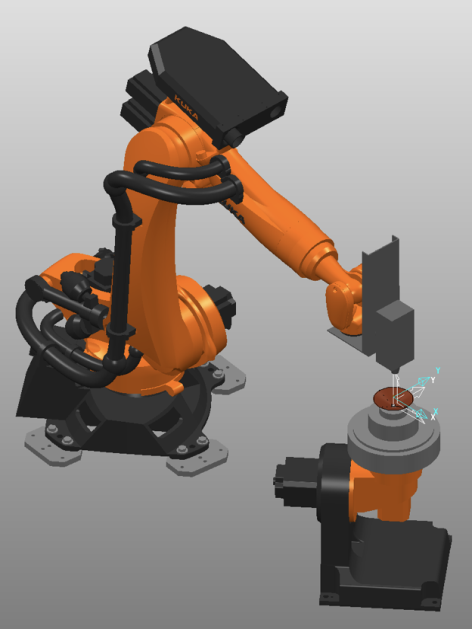


Рис.1. Внешний вид лабораторной установки

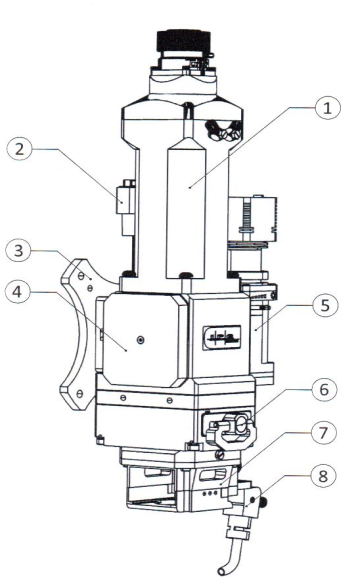


Рис.2. Конфигурация головы оптической вертикальной: 1 – Охлаждаемый (вода) сменный коллиматор IPG; 2 – 9 Pin D-Sub разъем для подключения системы контроля состояния головы; 3 – Узел крепления головы; 4 – Модуль зеркала; 5 – Узел для установки камеры; 6 – Быстросъемный картридж защитного стекла; 7 – Кросс джетт; 8 – Модуль боковой подачи защитного газа

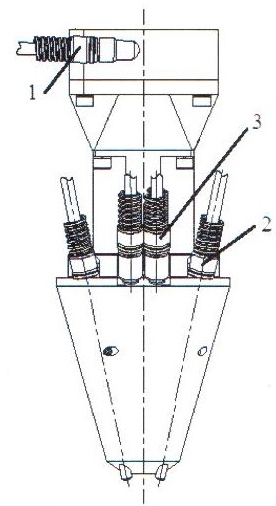


Рис.3. Модуль подачи порошка 4W (4-х струйный поток): 1 – Кросс джетт; 2 – Подача порошка, фокусировка порошка 45…50 мм; 3 – Охлаждающая вода (для охлаждения сопла, медный контур цепи охлаждения)

В начальный момент времени на твердую поверхность мишени падает лазерный луч, движущийся от некоторой точки в положительном направлении оси x со скоростью . Считаем, что твердая фаза контактирует с газом. Одновременно в область воздействия ЛИ газовым потоком вносятся монодисперсные частицы (для простоты сферической формы) однокомпонентного порошка с начальным радиусом и температурой . ЛИ, проходящее сквозь поток частиц, селективно поглощается и рассеивается движущимися частицами порошка, а также поглощается и рассеивается на поверхности металлической подложки. Поглощенная частицами энергия тратится на их нагревание и расплавление и за вычетом потерь тепла на теплопроводность и радиационное охлаждение. Энергия, поглощенная поверхностью и перенесенная на поверхность частицами, расходуется на нагревание поверхностного слоя мишени.

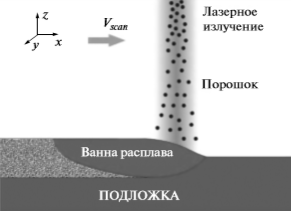


Рис.4. Схема лазерной наплавки

В процессе выращивания деталей происходит послойное лазерное плавление (рис.5). К выращиваемым изделиям предъявляются требования, согласно которым не допускаются трещины, несплавления и сквозная (открытая) пористость. Пористость должна быть закрытой (на уровне 1-13 %). Порошковые материалы, которые легко окисляются необходимо выращивать в защитной среде, для этого устанавливается кабина, в которую подается защитный газ (аргон).



Рис.5. Слои выращенной детали

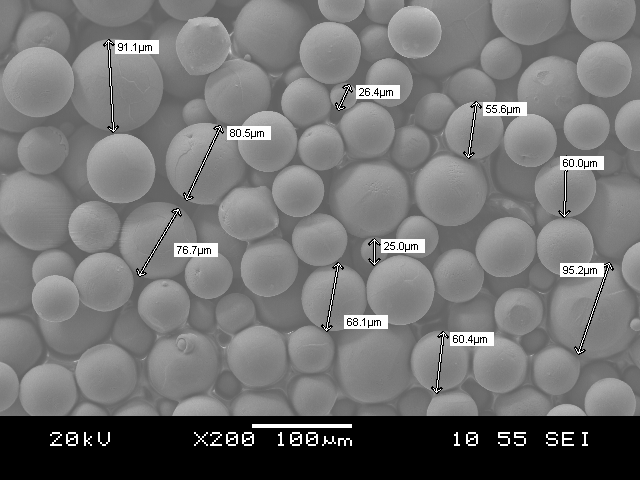


Рис.5. Сферический порошок (х200)

**Порядок выполнения работы**

1. Подготовьте три подложки для выращивания детали.
2. Для выращивания первой детали засыпьте порошок Вт6 (химический состав приведен в таблице 1) в питатель порошка.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Химический состав, % | | | Размерность, мкм | Твердость HRC |
| Ti | Al | V |
| Основа | 6 | 4 | 25-100 | 32-38 |

1. Для выращивания второй детали засыпьте порошок 316L (химический состав приведен в таблице 2) в питатель порошка.

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Химический состав, % | | | | | | | | | |
| Fe | C | Mn | P | S | Si | Cr | Ni | Mo | Ti |
| Основа | 0,03 | 2 | 0,045 | 0,03 | 1 | 18 | 14 | 3 | 0,5 |

1. Отрезать от каждой детали квадратный образец для исследования.
2. На полученных образцах провести металлографическое исследование.
3. Исследовать образцы на дефекты.
4. Измерьте твердость образцов.

**Содержание отчета**

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Кратко запишите теоретические сведения.
4. Приведите результаты о готовом покрытии.
5. Сделать вывод.

**Контрольные вопросы и задания**

1. В каком случае используется защитная среда при выращивании деталей?
2. Какие требования предъявляются к выращенным изделиям?

**Литература**

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. Пособие для вузов / под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.: ил. – ISBN 5-7038-2701-9.