

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА СПЛАВЛЕНИЯ Порошкового материала

Олейник М.А., Балякин А.В.

Самарский университет, г. Самара, oleynik1997@mail.ru

*Ключевые слова:* аддитивное производство, прямое лазерное сплавление, метод крутого восхождения.

Для определения режимов при прямом лазерном сплавлении (ПЛС) использовался порошок из жаропрочного сплава ХН50ВМТЮБ (ЭП648) фракции 40-150 мкм. На установке были выращены образцы с номинальными размерами 10×20×120 мм (рис. 1) и затем было проведено исследование механических свойств на сплавленных образцах на разрывной машине.

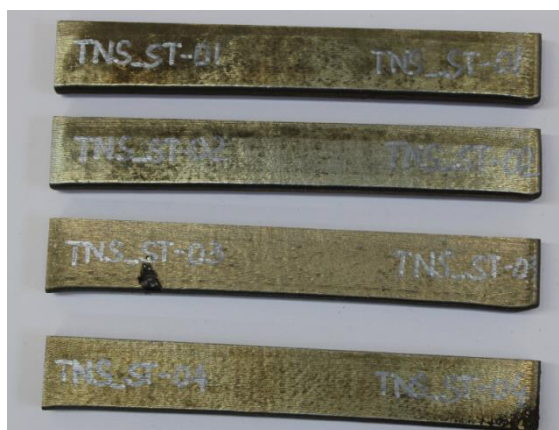


Рис. 1 – Прямоугольные образцы перед испытаниями на растяжение.

В качестве целевой функции для определения области рациональных значений технологических параметров прямого лазерного сплавления использовался предел прочности при растяжении образцов.

В эксперименте варьировались следующие технологические параметры:

- мощность излучения  $P$ , Вт;
- объемная плотность энергии  $VED$ , Дж/мм<sup>3</sup>/мин;
- боковой шаг  $S$ , мм.

Вертикальный шаг наплавки был постоянным и равным  $t = 0,4$  мм. Скорость наплавки, как зависимая величина, задавалась при сплавлении образцов зависимостью:

$$V = \frac{P}{VED \cdot S \cdot t}.$$

Обработка результатов производилась при помощи методов статистического анализа. Были определены корреляционные коэффициенты, в результате чего наиболее значимыми факторами, оказывающими влияние на предел прочности, оказались мощность лазерного излучения и боковой шаг.

Далее происходило вычисление оценки градиента в точках по результатам эксперимента по уравнению регрессии и затем использован метод крутого восхождения в направлении оценки градиента, которое имеет вид

$$\text{grad} \sigma = \sum_{i=1}^n b_i \vec{i} = \sum_{i=1}^n \left( \left( \sum_{k=1, k \neq i}^n a_{ik} x_k \right) + 2a_{ii} x_i + a_i \right) \vec{i}. \quad (1)$$

Поверхность отклика модели (1) приведена на рис. 2.

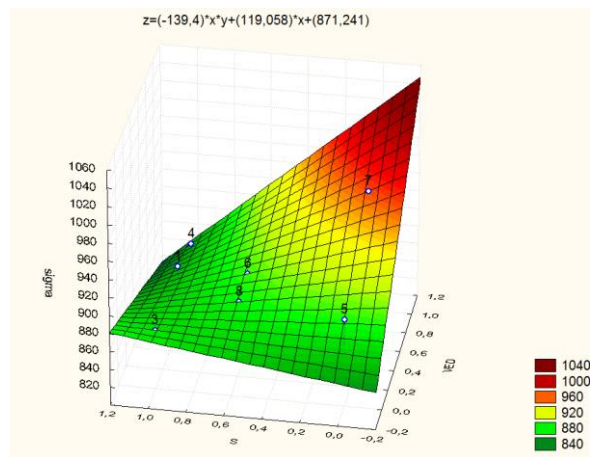


Рис. 2 – Предел прочности (МПа) в зависимости от объемной плотности энергии VED и бокового шага S на 2-м шаге восхождения

В результате использования метода крутого восхождения было установлено, что при ПЛС порошка из жаропрочного сплава ХН50ВМТЮБ (ЭП648) фракции 40-150 мкм оптимальный режим работы достигается при  $VED = 78 \text{ Дж/мм}^3/\text{мин}$  при боковом шаге  $S = 1,6 \text{ мм}$ , мощности излучения 1000 Вт, что позволяет достигнуть предела прочности в 1010 МПа.

### Список литературы

1. Балякин А.В., Деменок В.А., Курбатов В.П. Влияние обработки фрезерованием на поверхностный слой титанового сплава ВТ20, полученного методом прямого лазерного вращения // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 6. С. 14–19.
2. Сотов, А.В. Разработка методики проектирования технологических процессов изготовления деталей ГТД методом селективного лазерного сплавления порошка жаропрочного сплава ВВ751П / А.В. Сотов, Н.Д. Проничев, В.Г. Смелов, В.И. Богданович, М.Г. Гиорбелидзе, А.В. Агаповичев // Известия СамНЦ РАН. 2017. Т. 19. №4. С. 96–104.

Сведения об авторах:

Олейник Максим Андреевич, магистрант кафедры ТПД. Область научных интересов: прямое лазерное сплавление.

Балякин Андрей Владимирович, старший преподаватель кафедры ТПД. Область научных интересов: 3D-технологии, CAD/CAM/CAE-системы.

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL MODE OF FUSING POWDER MATERIAL

Oleinik M. A., Balyakin A.V.

Samara National Research University, Samara, Russia oleynik1997@mail.ru

*Keywords: additive manufacturing, direct metal deposition, steep ascent method.*

The theses provide the finding of the optimal value of the direct laser fusion mode when processing a two-factor experiment by the steep ascent method. The dependence of the tensile strength on the volume energy density and the lateral pitch was chosen as the target function.