

## УДК 621

# СЕЛЕКТИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СПЛАВЛЕНИЕ НИКЕЛЬХРОМОВЫХ ПОРОШКОВ

Калинин Даниил Андреевич<sup>(1)</sup>, Зыбин Денис Николаевич<sup>(2)</sup>

Студент 4 курса<sup>(1)</sup>, магистр 1 года<sup>(2)</sup>,  
кафедра «Технология машиностроения»  
Новосибирский государственный технический университет

Научный руководитель: Е.Д. Головин,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»

### **Аннотация**

*В работе изучены возможности применения крупнодисперсного никель-хромового порошка в технологии селективного лазерного сплавления (SLM). Исследованы особенности 3D-печати с использованием данного материала.*

**Ключевые слова:** 3D-печать, селективное лазерное сплавление, никельхромовый порошок

### **Введение**

Аддитивные технологии, в частности селективное лазерное сплавление (SLM), позволяют создавать сложные металлические конструкции послойным синтезом из порошковых материалов. Несмотря на преимущества технологии, включая свободу геометрического проектирования и экономию материала, высокая стоимость специализированных порошков ограничивает её промышленное применение.

### **Методика**

В исследовании использовали наплавочный никель-хромовый порошок ПР-Н77Х15С3Р2-9 (фракция  $\leq 160$  мкм) на установке ЛППС-500 с иттербиевым лазером (500 Вт). Параметры печати: толщина слоя 100 мкм, скорость сканирования 500 мм/с, мощность 30-50% от максимальной. Изготавливали кубические образцы (10×10×10 мм) для оценки влияния режимов на качество.

### **Результаты**

1. При мощности 150 Вт (30%) наблюдается неполное сплавление слоёв
2. Все образцы демонстрируют повышенную пористость (15-25%) и трещинообразование
3. Максимальная толщина слоя 100 мкм недостаточна для крупнодисперсного порошка

### **Выводы**

Применение экономичного никель-хромового порошка в SLM требует оптимизации:

- Увеличения мощности лазера (>200 Вт)
- Коррекции толщины слоя (<80 мкм)
- Последующей герметизации для конструктивных применений

Перспективно использование пористых структур для фильтрующих элементов и теплообменников.

### Список литературы

1. ГОСТ 28377-89. Порошки для газотермического напыления и наплавки. Типы. (1991). ФГУП “Стандартинформ.”  
<https://files.stroyinf.ru/Data/28/2856.pdf?ysclid=m37f5hjfss802353691>
2. Pereira, J. C., Taboada, M. C., Niklas, A., Rayón, E., & Rocchi, J. (2023). Influence of the Chemical Composition on the Solidification Path, Strengthening Mechanisms and Hardness of Ni-Cr-Si-Fe-B Self-Fluxing Alloys Obtained by Laser-Directed Energy Deposition. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 7(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.3390/jmmp7030110>
3. Guo, C., Zhou, J., Chen, J., Zhao, J., Yu, Y., & Zhou, H. (2011). High temperature wear resistance of laser cladding NiCrBSi and NiCrBSi/WC-Ni composite coatings. *Wear*, 270(7), 492–498. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2011.01.003>
4. Hemmati, I., Ocelík, V., & De Hosson, J. Th. M. (2013). Advances in Laser Surface Engineering: Tackling the Cracking Problem in Laser-Deposited Ni-Cr-B-Si-C Alloys. *JOM*, 65(6), 741–748. <https://doi.org/10.1007/s11837-013-0594-3>
5. Conde, A., Zubiri, F., & de Damborenea, y J. (2002). Cladding of Ni–Cr–B–Si coatings with a high power diode laser. *Materials Science and Engineering: A*, 334(1), 233–238. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(01\)01808-1](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(01)01808-1)