**Исследование структуры жаропрочного никелевого сплава на образцах, изготовленных методом прямого лазерного выращивания**

***Кудряшова М.О.***

*Аспирант, 2 год обучения*

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, институт авиационной и ракетно-космической техники, Самара, Россия*

*E-mail: mdmitr1ewa@yandex.ru*

Метод прямого лазерного выращивания (ПЛВ) является одним из передовых методов аддитивных технологий, область применения которого достаточно широка. В частности, метод ПЛВ применяется не только для производства новых деталей, но и для ремонта и восстановления изношенных или поврежденных изделий, а также для нанесения износостойких и коррозионностойких покрытий [1].

Актуальной проблемой является применение технологии прямого лазерного выращивания для изготовления деталей ответственного назначения для авиационной и ракетно-космической отраслей, в которых применяется широкий спектр сталей и сплавов различного состава (нержавеющие стали, алюминиевые, титановые, жаропрочные сплавы и др.).

Неотъемлемой частью процесса производства деталей методами аддитивных технологий, в том числе и с помощью прямого лазерного выращивания, является этап апробирования режимов выращивания на каждом конкретном материале. Апробирование режимов выращивания необходимо для установления оптимального сочетания параметров процесса, обеспечивающих необходимую микроструктуру и свойства, при этом следует учитывать физические свойства и иные особенности работы с каждым материалом.

Целью данной работы является исследование влияния параметров процесса ПЛВ на структуру жаропрочного никелевого сплава ЭП648. Для достижения цели была поставлена задача, заключающаяся в определении пористости и иных дефектов структуры образцов после ПЛВ (трещин, несплавлений), изготовленных при различных значениях параметров процесса.

Исследования проводились на образцах прямоугольной формы размером 50 × 10 мм в количестве девяти штук, изготовленных с помощью установки для ПЛВ ИЛИСТ-L (пр-во ИЛИСТ, Россия) из сплава ЭП 648. При изготовлении образцов варьировалась скорость выращивания, которая находилась в диапазоне 20 - 30 мм/с. С целью проведения микроструктурных исследований из образцов были изготовлены микрошлифы. Оценка структуры металла образцов осуществлялась с помощью растрового электронного микроскопа VEGA3 SBH (пр-во TESCAN, Чехия). Оценка пористости проводилась на нетравленных микрошлифах при использовании эталонных шкал Приложения 5, ГОСТ 9391-80 в девяти контрольных точках.

По результатам микроструктурных исследований в структуре образцов, выращенных со скоростью 20 - 25 мм/с наблюдается минимальная дефектность структуры. Поры практически не наблюдаются, трещины отсутствуют. В структуре образцов, выращенных со скоростью 30 мм/с наблюдаются поры, размер которых варьируется от 12,5 мкм до 25 мкм, полости пор заполнены окислами, наблюдаются единичные трещины.

Таким образом, на основании результатов исследования можно сделать вывод о том, что наиболее оптимальной для изготовления образцов из сплава ЭП648 является скорость выращивания, находящаяся в диапазоне 20-25 мм/с.

**Литература**

1. Dutta B., Palaniswamy S., Choi J., Song L.J., Mazumder J. Additive Manufacturing by Direct Metal Deposition // AM&P Technical Articles. 2011. Vol. 169. P. 33-36.