

УДК 005.6

Анализ показателей качества изделий, полученных с применением аддитивных технологий, в ракетно-космической отрасли

Смирнов Андрей Валерьевич^(*)

smiandrei@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Продукция, полученная с использованием аддитивных технологий, зачастую обладает более высокой шероховатостью поверхности по сравнению с изделиями, изготовленными традиционными методами. Для деталей, предъявляющих высокие требования к точности и низкой шероховатости, необходима дополнительная обработка, что приводит к увеличению затрат и времени на производство. В данной работе на примере технологии селективного лазерного спекания (SLS) рассматриваются методы снижения шероховатости при производстве изделий для ракетно-космической отрасли.

Ключевые слова: ракетно-космическая отрасль, высокотехнологичная продукция, качество продукции, технологический процесс, аддитивное производство

Введение. Аддитивные технологии открывают уникальные возможности для создания изделий сложной уникальной формы, что особенно актуально в промышленности. [1] Эти технологии способствуют сокращению отходов, снижению затрат на логистику за счет локального производства, а также ускорению разработки и тестирования новых продуктов.

Материалы и методы; результаты. Для деталей с высокими требованиями к точности и низкой шероховатости требуется дополнительная обработка, что увеличивает затраты и время на производство. [2] Для описания шероховатости используют три параметра:

- 1) R_a — обозначение профиля с указанием возможного отклонения;
- 2) R_z — высота неровностей по десяти основным точкам;
- 3) $R_{\max}$ — максимально допустимое значение по высоте.

Разберем снижение шероховатости с применением постобработки на примере технологии селективного лазерного спекания (SLS) [3]. Как видно из таблицы, высокую шероховатость, получаемую при базовой печати, можно уменьшить с помощью дополнительной механической обработки.

Заключение. Экспериментальная база данных, касающаяся прочностных характеристик, долговечности и коррозионной стойкости аддитивных материалов, является недостаточной для проведения полноценной статистической обработки. [4] В связи с этим многие предприятия вынуждены осуществлять дополнительные испытания и производить опытные партии для подтверждения надежности аддитивных деталей, особенно в условиях, требующих повышенной надежности.

Взаимосвязь показателей качества и видов механической обработки

Методы обработки	Параметры шероховатости, мкм							
	Rz				Ra			
	40-100	20-40	10-20	5-10	8-15	5-8	2-5	0,5-1
Базовая печать								
Грубое шлифование								
Полировка								
Электрополировка								
Химическое травление								
Лазерное сглаживание								

Машиностроительная отрасль предъявляет высокие требования к соответствию продукции установленным стандартам. Однако для аддитивных технологий многие из этих стандартов еще не разработаны, включая нормы качества и контроля дефектов для изделий, изготовленных с использованием 3D-печати.

Список источников

- [1] Brissaud F., Charpentier D., Fouladirad M., Barros A., Bérenguer C. Failure rate evaluation with influencing factors. *J. Loss. Prev. Process Ind.*, 2010, vol. 23, pp. 187–93. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2009.07.013>
- [2] Бром А.Е., Сидельников И.Д. Конструкционно-технологические факторы в формировании материально-технического снабжения машиностроительного производства. *Наука и бизнес: пути развития*, 2019, № 12 (102), с. 77–81.
- [3] Смирнов А.В. Моделирование технологических параметров в аддитивном производстве. *Компетентность*, 2024, № 6, с. 33–36.
- [4] Brom A.E., Belova, O.V., Sissinio, A. Lifecycle costs for energy equipment: FMECA & Lifecycle Costing models as “decision making” tools for cost reduction during the whole equipment life. *Procedia Engineering*, 2016, vol. 152, pp. 173–176. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.687>