

УДК 621.762.04

Отработка алюминиевых сплавов в аддитивных технологиях при создании крупногабаритных обшивок изделий ракетостроительной отрасли.

Королев Юрий Алексеевич

alekseevich.ko@mail.ru

АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва, Россия

Аннотация. Показана конструкция корпуса изделия ракетостроительной отрасли с цилиндрической оболочкой с вафельным фоном. Рассмотрены различные алюминиевые сплавы в соответствии с отечественными и международными стандартами. Перечислено оборудование для аддитивных технологий, виды 3D-печати, их преимущества и недостатки. Представлен расчет конструкции с учетом свойств материала и специфики силового набора корпуса. На основе статических и динамических испытаний в объеме программы испытаний сделаны выводы о необходимости проведения мероприятий по усовершенствованию конструкции и технологических процессов, а также проведению исследовательских работ в части влияния циклических нагрузок на материал.

Ключевые слова: аддитивные технологии, селективное лазерное спекание, алюминиевые сплавы, статические испытания, динамические испытания, 3D-печать

Введение. В настоящее время активно развиваются аддитивные технологии в различных отраслях промышленности и сферах жизни. Эти технологии принципиально изменили этапы проектирования, конструирования и разработку техпроцессов изделий [1]. Повышение производительности — актуальная проблема отечественного машиностроения. Аддитивные технологии основаны на прямом производстве изделий на основе их 3D-моделей и не требуют наличия дополнительной технологической оснастки [3]. Целью работы являлось подтверждение прочностных характеристик корпуса изделия ракетостроительной отрасли, изготовленного с применением технологии селективного лазерного спекания, при проведении статических и динамических испытаний. Ставились задачи по разработке образца с вафельным фоном, выборе отечественного конкурентоспособного материала и оборудования.

Методы и материалы; результаты. Для изготовления опытного образца использовался метод селективного лазерного спекания (Selective Laser Sintering, SLS). Лазерному спеканию можно подвергать как однородные по составу порошки, так и порошковые смеси [2]. Проведен анализ высокотехнологичных сплавов системы Al-Si-Cu и Al-Mg-Sc, позволивший определить возможность их использования по методу SLS [4]. Испытываемый корпус представляет собой цилиндрическую оболочку с вафельным фоном. По результатам изготовления был проведен лазерный контроль геометрических параметров. Статические испытания проводились на сжатие и растяжение до эксплуатационных нагрузок, а затем эквивалентное сжатие до разрушения. Регистрация испытательных относительных удлинений, осевых и касатель-

ных напряжений велась при помощи установки тензодатчиков. Динамические испытания проведены воздействием случайной вибрацией с постоянным уровнем спектральной плотности мощности виброускорения. Сравнение расчетной модели с испытываемым образцом показало положительный результат.

Заключение. Подводя итог проведенных работ можно сделать вывод о целесообразности и эффективности применения аддитивных технологий в ракетостроительной промышленности. В реальной практике технология SLS-печати ведет к автоматизации производства, уменьшению номенклатуры сборочных единиц и деталей, уменьшению ручного труда. Высокий коэффициент использования материала ведет к снижению затрат при изготовлении конструкций сложной формы.

Список источников

- [1] Кулик В.И., Нилов А.С. *Аддитивные технологии в производстве изделий авиационной и ракетно-космической технике*. Санкт-Петербург, Балт. гос. техн. ун-т, 2018, 160 с.
- [2] Толочко Н.К., Нукешев С.О., Романюк Н.Н., Мендалиева С.И. *Аддитивные технологии в производстве и ремонте машин*. Нур-Султан, КАТУ им. С. Сейфуллина, 2022, 184 с.
- [3] Беляев Л.В., Аборкин А.В. *Введение в аддитивные технологии*. Владимир, Изд-во ВлГУ, 2023, 248 с.
- [4] *Перспективы применения алюминия в аддитивных технологиях: опыт использования, новые материалы, преимущества*. Алюминиевая Ассоциация, семинар. URL: <https://www.aluminas.ru/events/Additive2025/> (дата обращения 20.11.2025).