

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Савёлов П.И., Невгень М.П, Краевский Ю.Г.

РУП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов»

Минск, Республика Беларусь

Современное проектирование новых беспилотных летательных аппаратов является модельно-ориентированным, т.е. конструирование и выработка технических решений проводится на основании разработанных твердотельных моделей деталей, узлов и аппарата в целом.

Принятие новых конструктивных решений и сокращение времени проектирования требует оперативного прототипирования на основе разработанных электронных геометрических моделей деталей и узлов, а также проведение испытаний опытных изделий, в предполагаемых условиях эксплуатации. Это становится возможным при использовании аддитивных технологий. [1]

В настоящее время, самым распространённым является метод FDM (Fused Deposition Modeling – моделирование методом наплавления). Основным достоинством данного метода является производство деталей независимо от сложности их конструкции, которые практически невозможно изготовить другими известными технологическими способами. Внедрение в процесс разработки и изготовления деталей и узлов беспилотных летательных аппаратов метода FDM позволит сделать возможной вариативную разработку новых изделий, реализовать высокую воспроизводимость, точность и скорость изготовления деталей, разрабатывать объекты с топологической оптимизацией формы. В качестве материалов деталей возможно применение новых термопластичных полимеров и композиционных материалов на их основе.

Опытные образцы разработанных деталей производились нами при помощи 3D-принтера Picaso3D Designer XL PRO. Изготовление деталей выполняли из Полиамида-6, наполненного угольными нитями при температуре сопла 315 °С. Толщина слоя печати составляла 0,2 мм.

Исследование изготовленных деталей, при помощи микроскопа МБС-9 показали, что поверхность их неоднородна (рис. 1). Это обусловлено не только технологией изготовления, но и тем, что волокна армирующего наполнителя не связаны полимером полностью. По-видимому, этим объясняется необходимость сушки исходного филамента перед изготовлением деталей. Проведённые нами исследования показали, что влагосодержание филамента составляет не менее 10 - 12 мас. %. Наличие такого количества влаги недопустимо при FDM-печати, т.к. образующийся, при прохождении филамента через экструдер, водяной пар формирует в теле детали большое количество дефектов. Термическая

обработка филамента при температуре 100 °C в течении 6 часов устраняет технологические дефекты.

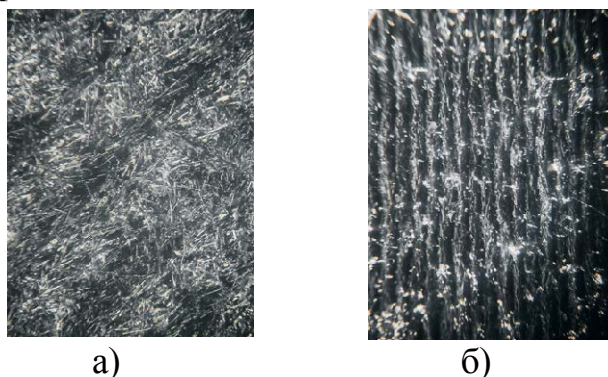


Рис.1 – Поверхность детали

а) x100 кратное увеличение б) x9 кратное увеличение

Исследование гидрофильности поверхности изготовленных деталей проводилась нами нанесением капли дистиллированной воды объёмом 2 мл (рис. 2 а) на поверхность детали и визуальной оценкой величины краевого угла смачивания. Установлена высокая степень смачиваемости поверхности детали водой (краевой угол смачивания не более 20°), а полная впитываемость капли воды составила 300 секунд. Импрегнирование поверхности органосилоксаном показало, что поверхность приобретает гидрофобные свойства (рис. 2 б). Величина краевого угла смачивания не менее 120°

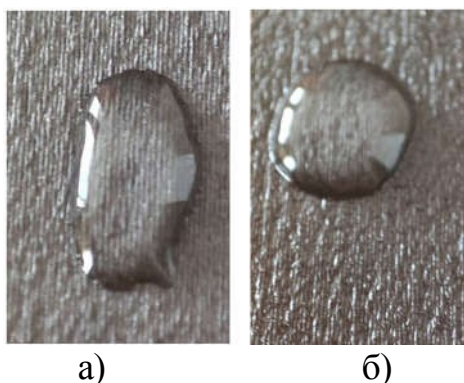


Рис.2 – Визуальная оценка смачивания поверхности
а) исходная б) импрегнированная

Таким образом, проведённые исследования показали, что применение полимерных композитов, армированных различными волокнами, увеличивает гигроскопичность деталей. Соответственно, в зависимости от условий эксплуатации и имеющихся технологий, необходимо использовать различные способы импрегнирования поверхностей деталей. Один из способов, приведенных в данной работе, импрегнирования поверхности органосилоксаном, был опробован и показал свою эффективность.

1. Bikas H., Stavropoulos P., Chryssolouris G. Additive manufacturing methods and modeling approaches: a critical review // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2016. Vol. 83. P. 389–405. DOI: 10.1007/s00170-015-7576-2