

## КОНСТРУКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА 3D-ПЕЧАТНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Зайченко Н.Я.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Зайченко О.Б.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. проектирования и эксплуатации  
электронных аппаратов, тел. (057)-70-21-494)  
e-mail: [nataliia.zaichenko@nure.ua](mailto:nataliia.zaichenko@nure.ua)

For practical applications, the 3D-printed parts should withstand various amounts of mechanical and environmental stresses during its use. It is important to know the required strengths for each application under various loading conditions, and at the very least, the physical properties of 3D-printed parts should be similar to those manufactured by traditional methods, such as injection molding.

Аддитивное производство было определено как процесс соединения материалов для изготовления деталей трехмерной модели послойно. Технологии аддитивного производства приобрели значительное распространение в последнее время, и сейчас рассматривается вопрос о замене 3D-печатными деталями тех деталей, которые изготавливаются традиционными методами.

Для использования 3D-печатных деталей в реальных приложениях, их конструкционные свойства во всех аспектах должны быть подобными той детали, которую они будут заменять, и, которые производятся с помощью традиционных методов обработки (например, литье под давлением). Следует отметить, что на свойства аддитивных деталей могут влиять как свойства сырья, так и метод производства. Обычно в полимеры для улучшения их механических свойств включены наполнители или используется постобработка. Печать слоями полимерных материалов, как в случае 3D печати, имеет много проблем, которые ограничивают ее применение. Среди прочего, механическая анизотропия представляет собой самую большую проблему в аддитивно изготовленных деталях.

Техника на основе экструзии, FDM, это метод плавления материала, который использует катушку из термопластичной нити, такой как ABS или PLA с различными диаметрами для плавления и экструзии через насадку с подогревом. В FDM проблема механической прочности обусловлена размером слоя (то есть толщиной, шириной или диаметром нити филамента). На качество детали оказывает влияние кроме толщины слоя, также угол растра, воздушный зазор, траектория движения печатной головки принтера, ориентация и направление движения филамента.

Стандарты American Society for Testing Materials (ASTM) широко приняты исследовательскими группами при проведении механических

испытаний, например, ASTM D638 при испытаниях печатных полимеров на растяжение. Также испытаниям подлежит предел текучести, предельная прочность, эластичность и относительное удлинение при разрыве пластика, используемого в качестве филамента. Наилучшие свойства при растяжении достигаются, когда волокна ориентированы вдоль приложенной нагрузки, и худшие свойства при растяжении получают, когда образцы нагружены поперек. Толщина слоя в значительной степени влияет на механические свойства. В частности, образец, напечатанный с толщиной слоя 0,2 мм показал более высокую жесткость и предел прочности при растяжении по сравнению с напечатанными образцами с толщиной слоя 0,4 мм. Воздушный зазор был определен как пространство между слоями. Нулевой зазор воздуха означает, что слои просто касаются; положительный зазор означает, что слои не касаются; и отрицательный зазор означает, что два слоя перекрываются. Например, -0,003 воздушный зазор (более плотный) показывает более высокую прочность на разрыв по сравнению с нулевым воздушным зазором.

Механическим испытаниям подвергается не только филамент, но и готовые детали. Механические испытания готовых деталей включает такие воздействия как растяжение, изгиб, сжатие, испытание на усталость, удар и другие. Целью механических испытаний является предсказание как деталь будет вести себя при определенной механической нагрузке. Поскольку механические свойства деталей, изготовленных 3D-печатью различаются по следующим факторам: используемый материал (марка, плотность, масса, качество и т. д.), используемая технология производства, ориентация слоев, высота слоя (разрешение), площадь поперечного сечения, постобработка (метод и время) и другие, то изучение и построение моделей, описывающих конструкционные свойства деталей, изготовленных 3D-печатью, представляет актуальную задачу.

#### Список литературы:

1. Chua C. K., Wong C. H., Yeong W. Y. Standards, quality control, and measurement sciences in 3D printing and additive manufacturing. – Academic Press, 2017. – 268 p.
2. Dizon J. R. C. et al. Mechanical characterization of 3D-printed polymers // Additive Manufacturing. – 2018. – Т. 20. – С. 44-67.
3. Неежмаков П. И., Прокопов А. В. Об актуальных задачах метрології у сфері адитивних технологій // Український метрологічний журнал. – 2016. – №. 3. – С. 4-6.
4. Прокопов А. В., Шлома А. И. Анализ перспектив применения неразрушающего контроля в сфере аддитивных технологий // Український метрологічний журнал. – 2017. – №. 3. – С. 44-49.