

УДК 004.356.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО ОСАЖДЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ ABS-ПЛАСТИКА

Шестаков Алексей Сергеевич

*Студент 5 курса,
кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения»
Московский Государственный Технический Университет*

*Научный руководитель: Филимонов Алексей Сергеевич,
Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения»*

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований влияния дальнейшей механической обработки образцов и температуры экструзии на прочностные характеристики образцов, полученных при помощи технологии моделирования наплавленного осаждения (fused deposition modeling – FDM). Данная технология заключается в следующем: выдавливающая головка с контролируемой температурой разогревает до полужидкого состояния нити из ABS-пластика (ABS-Acrylonitrile Butadiene Styrene) и подает полученный термопластичный моделирующий материал тонкими слоями на рабочую поверхность 3D-принтера. Слои наносятся друг на друга, постепенно формируя готовое изделие [1].

Целью данной работы является изучение влияния технологических режимов FDM-печати, а именно дальнейшей механической обработки и температуры экструзии, на физико-механические характеристики напечатанных прототипов.

В данной работе были проведены исследования, в которых сравнивались прочностные характеристики образцов, напечатанных перпендикулярно и горизонтально относительно подложки. Были испытаны стандартные образцы по ГОСТ 33693-2015 «Пластмассы. Образцы для испытания», тип А1, напечатанные промышленным принтером F2 Lite из пластика ABS при следующих технологических режимах: скорость печати составляла 40 мм/с; толщина слоя – 0,25 мм; температура камеры – 60/80 °С (60 °С – для образцов, напечатанных перпендикулярно относительно платформы построения; 80 °С – для образцов, напечатанных горизонтально относительно подложки); температура подложки – 110 °С; стратегия внутреннего заполнения – полное внутреннее заполнение; искусственное охлаждение не применялось. Испытания на растяжение были проведены на машине испытательной универсальной LFM-1500 кН со скоростью растяжения 10 мм/мин.

Предполагалось, что механическая обработка должна зачистить некоторые дефекты наружной поверхности, которые будут возникать после 3D-печати по FDM-технологии. Для испытаний были напечатаны 4 партии образцов. Партия 1 печаталась перпендикулярно рабочей плоскости и подвергалась механической обработке; партия 2 печаталась аналогично, но не подвергалась дальнейшей обработке. Партия 3 печаталась горизонтально рабочей плоскости и подвергалась механической обработке; партия 4 печаталась аналогично, но не подвергалась дальнейшей обработке.

Были получены следующие данные о пределах прочности партий: средний предел прочности 1 и 2 партий составил 27,90 МПа и 27,74 МПа соответственно; для 3 и 4 партий – 38,40 МПа и 38,37 МПа соответственно. Данные результаты указывают на то, что механическая обработка не оказывает влияние на прочностные характеристики образцов. Так, отклонение средних пределов прочности 1 и 2 партий образцов составила 0,57%, отклонение средних пределов прочности 3 и 4 партий – 0,08%.

В данной работе также проводилось исследование влияния температуры экструзии на предел прочности и относительное удлинение образцов. Были созданы образцы, напечатанные при различных температурах экструзии перпендикулярно и горизонтально относительно рабочего стола. Диапазон температур составлял 235-265 °С для перпендикулярных образцов и 245-265 °С для горизонтальных образцов. Данный диапазон температур был выбран, опираясь на рекомендации компании F2 Innovations, являющейся поставщиком промышленных FDM-принтеров [2].

В результате проведенных опытов были получены следующие закономерности. С увеличением температуры экструзии наблюдается увеличение относительного удлинения образцов (с 1,1% до 2,4% для горизонтальных образцов и с 1,47% до 2,03% для перпендикулярных образцов). Для горизонтальных образцов предел прочности будет незначительно уменьшаться на всем диапазоне температур (с 33,7 МПа до 32,2 МПа). Для перпендикулярных образцов будет иметься максимум предела прочности при температуре 245 °С (29,8 МПа). При других температурах предел прочности значительно снижается (25,4 МПа при 245 °С и 23,33 МПа при 265 °С).

В данной работе проанализировано влияние механической обработки и температуры экструзии печати на получаемые при испытаниях предел прочности и относительное удлинение образцов. Для вертикальных образцов увеличение температуры экструзии будет давать положительные результаты лишь до определенного значения температуры (в данной случае 245 °С), что связано с увеличением адгезии между слоями [3]. С увеличением температуры предел прочности будет уменьшаться, что связано с химическими превращениями, протекающими в пластике при высоких температурах [4]. Для горизонтальных образцов данный эффект актуален на всем диапазоне температур. Относительное удлинение образцов будет возрастать на исследуемом промежутке температур. Однако стоит отметить, что данные результаты будут актуальны лишь в некотором диапазоне значений уже заранее закрепленных параметров (скорость печати, температура нагрева камеры и др.).

Литература

1. *Игонина Е.В., Дружинина О.В.* Особенности разработки и применения FDM-технологии при создании и прототипировании 3d-объектов // *Современные информационные технологии и ИТ-образование.* - 2017. - №13. - С. 185-193.
2. F2Print // F2innovations URL: <https://f2innovations.ru/printing> (дата обращения: 27.11.2022).
3. Исследование прочностных характеристик модельного материала, получаемого методом fdm-печати // *Аддитивные технологии* URL: <https://additiv-tech.ru/publications/issledovanie-prochnostnyh-harakteristik-modelnogo-materiala-poluchaemogo-metodom-fdm> (дата обращения: 28.11.2022).
4. Polymer degradation // *Wikipedia* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Polymer_degradation (дата обращения: 28.11.2022).