

*А. И. Лаврин**

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Быстрое развитие аддитивного производства превратило 3D-печать из инструмента для создания прототипов в технологию, пригодную для полномасштабного производства. На сегодняшний день существует множество разновидностей, которые представлены на рис. 1.

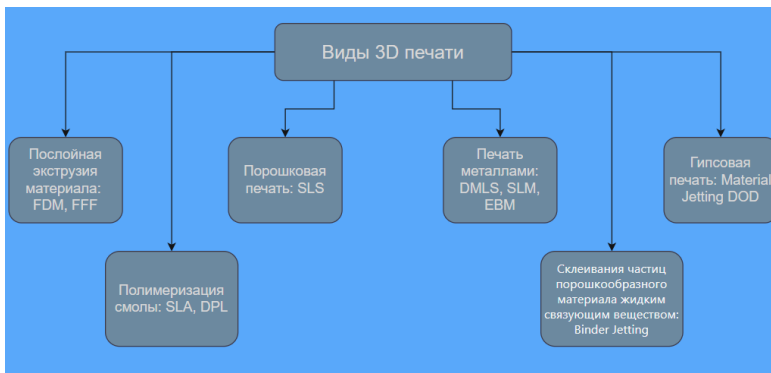


Рис. 1. Разновидности 3D-печати

Одной из наиболее сложных задач на этом этапе является обеспечение герметичности печатных компонентов, что часто осложняется особенностями послойного изготовления. Это делает особенно важным системный подход к прогнозированию и достижению герметичности. В данной статье проведем сравнение герметичности изделий, произведенных двумя методами 3D-печати: FDM (Fused Deposition Modeling) и SLA (Stereolithography).

Технология послойного наплавления (FDM) является одним из наиболее распространенным и доступным методом в наше время. Он представляет собой послойное создание физического объекта путем

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. В. Карпова.

выдавливания расплавленной пластиковой нити на рабочий стол или предыдущие слои в соответствии с траекторией, заданной программой [1].

Технология стереолитографии (SLA) является наиболее старым методом 3D-печати, запатентованный Чарльзом Халлом в 1986 году. В основу данного метода входит послойное отверждение фотополимерной смолы под воздействием ультрафиолетового свечения. [2]

В качестве испытательной модели мною был выбран цилиндр с внутренним отверстием, размеры которого представлены на рис. 2.

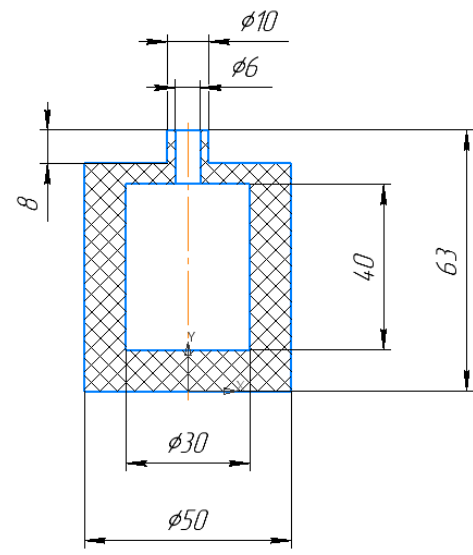


Рис. 2. Эскиз испытуемой модели

Печать методом FDM осуществлялась с использованием 3D-принтера Bambu Lab P1S и ПЛА (Полилактид) пластика. Данный вид пластика является биоразлагаемым и изготавливается из кукурузы и сахарного тростника. Отсутствие запаха и усадки делают его одним из наиболее востребованным на рынке 3D-печати. Изделия из ПЛА пластика получаются жесткими и прочными, но хрупкими. В качестве материала для печати мною был выбран филамент MATTE PLA от производителя ELEGOO [3].

Печать методом SLA осуществляется с использованием 3D-принтера Anycubic Photon Mono 7. В качестве материала для печати использовалась ABS-подобная смола Anycubic ABS-Like Resin Pro 2.

Данная фотополимерная смола своими механическими свойствами имитирует ABS-пластик. Данный материал обладает повышенной ударной вязкостью, прочностью и эластичностью. Благодаря данным характеристикам ABS-подобные смолы идеально подходят для изготовления функциональных прототипов [4].

Для проведения исследования герметичности изделий мной использовалась установка (рис. 3), состоящая из двухступенчатого вакуумного насоса Votka 2Z-1.5 и манометрической станции с ценой деления 1 кПа. Принцип действия испытания заключается в следующем: испытуемую деталь закрепляем с шлангом через силиконовую трубку и металлический хомут. Далее откручиваем синий вентиль, включаем вакуумный насос и создаем отрицательное давление, после чего закручиваем вентиль и засекаем время. Время эксперимента – 5 минут.



Рис. 3. Экспериментальная установка

В ходе проведения эксперимента мы получили следующие результаты: деталь, изготовленная методом FDM из ПЛА-пластика, после начала опыта моментально начал терять вакуум, в то время как у детали, изготовленной методом SLA из фотополимерной смолы Anusubic ABS-Like Resin Pro 2, за время проведения опыта давление не изменилось.

Исходя из данных, полученных в ходе этого эксперимента, можно сделать вывод: FDM-детали не обеспечивают вакуумной герметичности из-за наличия слабой межслойной адгезии – сцепление между двумя слоями одного или разных материалов, в то время как SLA-изделия

демонстрировали свойства монолитного тела. Таким образом, для производства деталей с высокой вакуумной герметичностью больше подходят SLA-детали чем FDM из-за своей монолитной структуры.

Список литературы

1. Хуснутдинова, Э. М. Разработка технологического процесса контроля качества продукции, произведенной методом FDM-печати / Э. М. Хуснутдинова, Ю. М. Хантимерова // XXVI Туполевские чтения (школа молодых ученых) : сб. докл. Междунар. молодеж. науч. конф., Казань, 09–10 ноября 2023 года. – Казань : ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 618 – 623.

2. Полушкин, Д. П. 3D-печать методом SLA / Д. П. Полушкин // Инновационное развитие. – 2018. – № 1(18). – С. 24–25.

3. Гаврилей, А. А. Особенности эксплуатации разновидностей PLA-пластика в аддитивном производстве / А. А. Гаврилей // Лучшая научная статья 2024 : сб. ст. VIII Междунар. науч.-исслед. конкурса, Пенза, 15 апреля 2024 года. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2024. – С. 11 – 14.

4. Огурцов, В. С. Анализ свойств аналогов фотополимеров для внедрения аддитивных технологий в консервативное производство шестерен гальванического барабана / В. С. Огурцов // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2025. – № 9. – С. 83 – 91.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*