

ОБЗОР РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ

А.М. Дожделев, канд. техн. наук

А.Ю. Лаврентьев, канд. техн. наук

Тверской государственный технический университет
(Россия, г. Тверь)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-11481

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос оптимального выбора филамента для 3D печати методом послойного наплавления. Перечислены наиболее распространенные, а также более редкие материалы с уникальными технологическими свойствами, приведено их краткое описание с позиции назначения, преимуществ и недостатков. Материал статьи носит обзорный характер. Цель статьи – привести наиболее актуальный на момент написания перечень филаментов на рынке 3D материалов с целью их оптимального выбора.

Ключевые слова: 3D печать, термопластик, послойное наплавление, филамент, ABS, PLA, PVA, NYLON, HIPS.

3D печать изделий методом послойного наплавления или FDM / FFF технологией («Fused Deposition Modeling» или Fused Filament Fabrication») имеет массу преимуществ. К ним можно отнести относительную простоту конструкции 3D принтера (многим под силу самостоятельное изготовление), доступность и разнообразие на рынке 3D принтеров и материалов для печати, а также распространенность программного обеспечения. Однако купив и освоив даже дорогое оборудование для 3D печати, пользователь неминуемо столкнется с трудностью выбора расходного материала для данного процесса [1, 2]. На сегодняшний день на российском и зарубежном рынках представлен обширный спектр различных термопластиков, используемых для 3D принтеров, работающих по технологии послойной наплавки. Их оптимальному выбору и будет посвящена данная статья.

Одним из наиболее распространенных термопластиков на сегодняшний день можно считать PLA (полилактид), однако данный вид материала уже заметно вытесняется более современными и совершенными филаментами. Однако у данного вида материала для 3D печати есть одно несомненное преимущество – экологичность. Так как PLA является полимером молочной кислоты, то он является биоразлагае-

мым материалом, что особенно актуально в настоящий момент. Тем не менее, это вовсе не означает, что изделие, выполненное из такого материала, за считанные месяцы на улице полностью разложится. Скорее просто произойдет потеря формы, размеров, ухудшится качество поверхности и механические свойства, полное же разложение произойдет позднее с учетом внешних факторов. Данный филамент способен впитывать воду и является относительно мягким, что ограничивает область его применения (обычно применяется для дизайнерских и художественных целей, при этом изделия должны находиться в помещении). Способность данного материала впитывать влагу необходимо учитывать при хранении этого материала, так как при печати это может существенно отразиться на внешнем виде и качестве моделей. Однако стоит отметить отличный коэффициент скольжения данного материала, что позволяет ему использоваться при изготовлении подшипников скольжения и втулок в различных малонагруженных механизмах. С позиции технологии печати у данного материала есть важное преимущество-малая усадка при остывании, что особенно важно при печати точных или собираемых изделий, а также при изготовлении крупногабаритных моделей. Вторым технологическим преимуществом

PLA является низкая температура плавления (около 170-180 °C), однако автор встречал PLA, который имел оптимальную температуру плавления 135 °C, что указывает на недобросовестность изготовителей филамента. Низкая температура печати и усадка позволяют использовать менее дорогостоящее оборудование, а доступная цена позволяет этому материалу оставаться популярным на рынке [3].

Вторым по популярности на рынке филаментов является ABS (акрилонитрил бутадиен стирол). Он обладает высокими механическими свойствами, долговечностью и доступностью, а также весьма большим разнообразием цветовой палитры. Он устойчив к влаге, кислотам, маслу, имеет высокую термоустойчивость (90-110 °C), что позволяет использовать его в различных механизмах. Данный пластик хорошо абрабатывается ацетоном и рядом других «бытовых» и распространенных растворителей, что облегчает постобработку изделий. К минусам можно отнести высокую усадку, что не только влияет на потерю изделием формы и размеров, но и на возникновение трещин во время и после печати, а также на отклеивание массивного изделия от столика принтера. Это приводит либо к деформации некогда прилегающей к столу части, либо к полному отрыву изделия, что приводит к неисправимому браку. Для предотвращения вышеописанных проблем рекомендуется использовать подогрев столика принтера до ~100 °C, а при печати массивных изделий использовать защитный кожух на принтере, создающий постоянную высокую температуру в области печати. Также недостатком данного материала является выделение паров акрилонитрила при печати, что требует проветривания или вытяжки. Также по той же причине использование такого материала не рекомендуется в пищевой промышленности [3].

К ударопрочным материалам для изготовления 3D моделей можно отнести ударопрочный полистирол (HIPS). Помимо ударопрочности данный пластик схож по своим свойствам с вышеописанным ABS, однако в отличие от него он подвержен растворению в органическом растворителе

лимонене. Это дает возможность при печати принтером с двумя экструдерами создавать растворимые поддерживающие структуры, которые впоследствии можно растворить. Однако стоит учитывать, что некоторые недобросовестные производители ABS могут подмешивать в свой материал более доступный полистирол [3].

Если говорить о менее популярных филаментах, то можно упомянуть о PVA (поливиниловый спирт). Его основным преимуществом является водорастворимость, что можно использовать в принтерах, оснащенных двойным экструдером. В результате одно сопло будет печатать, к примеру, ABS пластиком, а второе PVA, в результате мы получим изделие сложной формы с водорастворимыми подпорками. Вторым распространенным применением данного пластика является изготовление моделей для литья в формы, к примеру, силиконовые и пр., где модель трудно или же невозможно извлечь, а выплавление модели сопряжено с рядом технологических сложностей. При низкой влажности PVA имеет высокую прочность на разрыв, а при увеличении влажности у него увеличивается эластичность. Также как и PLA, PVA необходимо хранить в сухой герметичной таре с силикагелем, а перед применением рекомендуется просушка в печи (6-8 часов при температуре 60-80 °C) [3].

Также на рынке можно встретить такой филамент, как нейлон (Nylon). Он интересен прежде всего своей изнosoустойчивостью и низким коэффициентом трения, что определяет его как хороший антифрикционный материал. Некоторые в качестве более доступного материала для печати нейлоном используют нити для садовых триммеров и газонокосилок, так как зачастую диаметр этих материалов совпадает с диаметром филамента, используемого на большинстве принтеров с технологией FFF/FDM. Однако подобное на первый взгляд интересное решение чревато активным износом сопла экструдера, так как в составе проволоки для триммеров содержится стекловолокно. Нейлон также как и PLA и PVA легко впитывает влагу и требует хранения в сухой герметичной таре. Высокие антифрикционные свойства ней-

лона также при печати требуют использовать шипованное подающее колесо. При печати выделяются токсичные вещества, поэтому хорошая вентиляция и проветривание помещения также необходимы [3].

Исходя из вышеизложенного, читатель получит представление о различных фи-

ламентах и их свойствах, после чего сможет подобрать для себя оптимальный материал для 3D печати. Стоит отметить, что в статье рассмотрены далеко не все виды этого материала, так как в настоящее время появляются все более новые, совершенные и необычные виды филаментов.

Библиографический список

1. Кангин, М.В. Анализ и выбор материала для печати детали «трафарет» на 3D принтере [Текст] / Е.К. Михеев, М.А. Солдатова // Межвузовский сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции. Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – С. 213-216.

2. Вищукаев, А.В. Принцип выбора материала для антенны типа "волновой канал", напечатанной с помощью 3D-принтера [Текст] / О.В. Павлович, Ю.М. Царькова, А.А. Масленникова // Электроника и микроэлектроника СВЧ. – 2018. – С. 58-62.

3. Как выбрать филамент высокого качества [электронный ресурс] / Адрес в сети Интернет: https://3dtoday.ru/wiki/high_filament.

REVIEW OF CONSUMABLES FOR 3D PRINTING BY THE METHOD OF LAYERFLOWING

A.M. Dozhdelev, *Candidate of Technical Sciences*

A.Yu. Lavrentiev, *Candidate of Technical Sciences*

Tver State Technical University
(Russia, Tver)

Abstract. *This article discusses the issue of the optimal choice of filament for 3D printing by layering. The most common as well as rarer materials with unique technological properties are listed. The material in this article is of an overview nature. The purpose of the article is to provide the most relevant list of materials on the 3D materials market at the time of writing with a view to their optimal selection.*

Keywords: *3D printing, thermoplastics, layering, filament, ABS, PLA, PVA, NYLON, HIPS.*