

С.А. Сафронов, ст. преп., канд. техн. наук;  
О.И. Сушкова, магистрант (ВолгГТУ, Волгоград)

## **РАЗРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ ПО ТЕХНОЛОГИИ FDM НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Аддитивные технологии являются эффективным методом получения мелкосерийных изделий полимеров. Широкое распространение получил метод 3D-печати по технологии послойного наплавления (FDM), так как его аппаратное оформление достаточно простое и недорогостоящее. В качестве расходных материалов для печати по технологии послойного наплавления используются филамент (нить) диаметром, как правило, 1,75 или 2,85 мм из термопластичного полимера. В настоящее время в качестве расходных материалов широкое распространение получили АБС-пластик, полилактид (ПЛА) и ударопрочный полистирол. К сожалению, использование данных материалов не позволяет создавать изделия, способные применяться в промышленности. Сегодня существует огромная потребность в мелкосерийных изделиях, особенно в таких отраслях, как робототехника, беспилотные летательные аппараты, медицине и машиностроении. Можно предположить, что практически из любого термопластичного полимера можно получить филамент для 3D-печати. Однако технологические характеристики термопластов не позволяют создать филамент методом экструзии или не обеспечивается печать на 3D-принтере. Из широкого ассортимента инженерных пластиков, сегодня для 3D-печати применяют только полиамиды ПА-11 и ПА-12. Их применение обусловлено приемлемыми технологическими характеристиками позволяющими получить филамент и произвести печать. Использование ПА-11 и ПА-12 не решает проблему, так как из всего ассортимента полиамида им характерны наименьшие механические характеристики и теплостойкость. Решением проблемы может быть получение композиций на основе полиамидов ПА-6, ПА-6,6 или ПА-610 с требуемым комплексом технологических характеристик обеспечивающих возможность получения филамента для 3D-печати и саму печать.

Таким образом, целью работы явилась разработка материалов для 3D-печати по технологии послойного наплавления на основе полиамида ПА-6.

Достижение поставленной цели заключается в композиционировании полиамида с высокомолекулярными добавками и дисперсным на-

полнителем в условиях реакционного смешения. Так, введение в полиамидную матрицу в условиях реакционного смешения гидроксида магния и тройного сополимера этилена, винилацетата и малеинового ангидрида позволяет получить композицию с ПТР 5 г/10 мин (при температуре 230 °С, нагрузка 2,16 кг). Полученная композиция способна к переработке в филамент методом экструзии. Полученная композиция способна к 3D-печати по технологии послойного наплавления. В таблице представлены физико-механические характеристики полученной композиции. Свойства определялись на образцах полученных 3D-печатью. В качестве объекта сравнения был выбран полиамид марки ПА-6 Волгамид 34, из которого были получены образцы методом литья под давлением.

**Таблица – Физико-механические свойства композиции для 3D-печати и полиамида**

Наименование показателя	Значение показателя	
	композиция для 3D-печати	полиамид ПА-6 Волгамид 34
Предел прочности при растяжении, МПа	53,2	59,1
Предел прочности при разрыве, МПа	49,8	57,9
Относительное удлинение при разрыве, %	221	239
Ударная вязкость по Шарпи на образцах без надреза, кДж/м <sup>2</sup>	Образец не разрушался	Образец не разрушался
Ударная вязкость по Шарпи на образцах с надрезом, кДж/м <sup>2</sup>	83,7	97,5
Теплостойкость по Вика, °С	195	195

Таким образом, в результате проведенной работы получены композиции на основе полиамида для 3D-печати по технологии послойного наплавления. Созданные композиции позволяют получать методом 3D-печати изделия с характеристиками не уступающим изделиям из полимеров полученным традиционными методами (литье под давлением).