

*elif temp > 0:*

*print(" Совет: За окном уже теплее, но шапку лучше одеть").*

Как видно из краткого примера пользоваться PyOWM достаточно легко и просто. PyOWM имеет удобный функционал, который может освоить, каждый желающий.

**А. Судан, С. В. Губар**

(ГрГУ имени Я. Купалы, Гродно)

Науч. рук. **А. А. Скаскевич**, канд. техн. наук, доцент

## **ОСОБЕННОСТИ FDM-ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ УГЛЕПЛАСТИКА УПА 6-10**

В работе проведены исследования влияния технологических условий FDM-печати на параметры деформационно-прочностных характеристик полимерных изделий. Для достижения поставленной цели с помощью 3D принтера Ultimaker 3 получали стандартные образцы в виде лопаток тип 1 согласно ГОСТ 11262-80. В качестве испытуемых материалов использовали филамент диаметром 1,75мм на основе углепластика УПА6-10 полученный в Институте химии новых материалов Академии наук Беларуси. Предварительно полимерный филамент подвергали термостатированию в сушильном шкафу при температуре  $95 \pm 5$  °С в течение 4 часов для снижения содержания влаги не более 0,01 мас.%. Параметры FDM-печати устанавливали в программе-слайсере CraftWare 1.19.

Таблица 1 – Параметры настроек печати исследуемых образцов

Основные параметры настройки печати	УПА 6–10
Скорость перемещения сопла экструдера при печати, мм/сек	20–60
Толщина слоя печати, мм	0,2
Ширина печати, мм	0,4
Количество слоев наружной стенки изделия	1–6
Температура стола, °С	70
Температура экструзии, °С	250
Неуказанные параметры настройки печати были одинаковыми для всех образцов	

Для определения деформационно-прочностных характеристик изделий получали по 5 стандартных образцов при температуре печати 250 °С. Температура приемного столика составляла 70 °С. Оценку

деформационно-прочностных характеристик полученных образцов проводили на разрывной машине РМ-500 в режиме одноосного растяжения со скоростью 10 мм/мин с фиксацией деформации и усилия растяжения. Полученные результаты обрабатывали методами математической статистики с применением табличного редактора Microsoft Excel 2010.

Для оценки влияния эффекта ориентированного послойного наплавления в процессе печати изменяли параметр «количество слоев вертикальной стенки изделия», управляя объемом параллельно ориентированных слоев материала к оси растяжения (таблица 2).

Таблица 2 – Доля ориентированных слоев материала в испытываемых образцах

Количество вертикальных стенок, шт	1	2	3	4	5	6
Доля параллельно-ориентированной структуры объема материала, %	16	32	48	64	80	100

Результаты исследования влияния скорости печати образцов на основе материала УПА 6-10 на показатели предела прочности при одноосном растяжении (рисунок 3) указывают на некоторое снижение деформационно-прочностных характеристики полученных изделий при увеличении скорости печати в пределах 20-60 мм/сек.

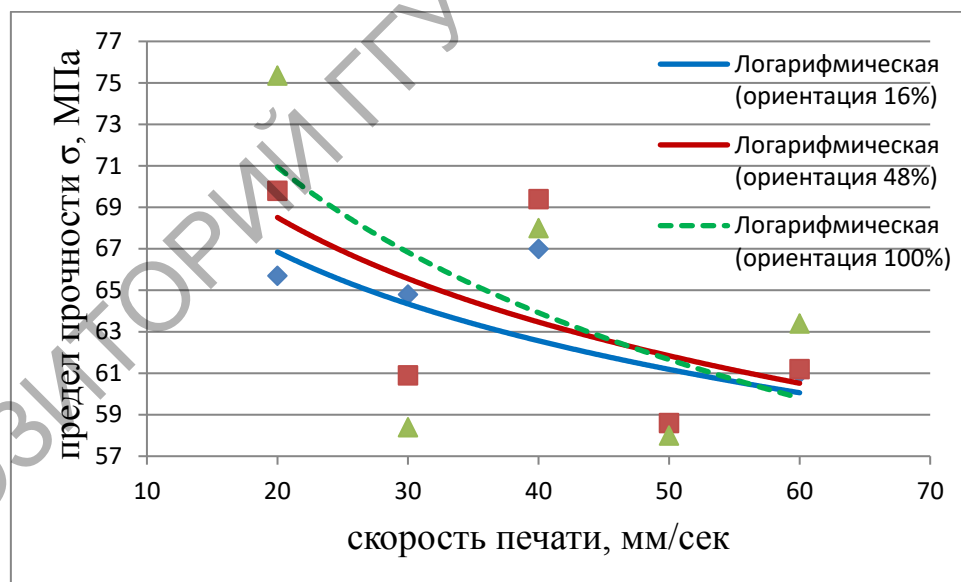


Рисунок 3 – Зависимость предела прочности напечатанных образцов из материала УПА 6-10 от скорости FDM-печати с различной долей ориентации направления печати

При этом заметно влияние эффекта ориентации при послойном формировании изделий в процессе печати. Так при малых скоростях

печати (20 мм/сек) предел прочности заметно увеличивается с увеличением доли ориентированных структур образцов (16%-ая доля ориентации – 65,7 МПа, 100%-ая доля ориентации – 75,4 МПа). Однозначно можно утверждать, что повышение скорости печати изделий отрицательно сказывается на их прочности [1].

Таким образом, для достижения оптимального сочетания прочностных характеристики изделий и производительности процесса FDM-печати необходимо учитывать влияние скорости послойного наплавления пластика и преимущественной ориентации формируемых слоев в наиболее напряженных сечениях формируемого изделия.

### Литература

1. Судан, А. Технологические методы управления деформационно-прочностными характеристиками полимерных изделий, полученных методом FDM-печати / А. Судан, Е. Т. Воропаева // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер. 6, Тэхніка. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 74–81.

**А. М. Сумаренко**

(БГУ, Минск),

**В. В. Лычковский**

(Институт физики НАН Беларуси, Минск)

Науч. рук. **А. Н. Чумаков**, д-р физ.-мат. наук, доцент

### **ОПТИЧЕСКИЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ ПЛАЗМЫ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА КРЕМНИЙ И МЕДЬ В ВОЗДУХЕ**

Воздействие импульсов лазерного излучения (ЛИ) на материалы в воздухе приводит к нагреву поверхности мишени, её плавлению, испарению и образованию плазмы, что сопровождается генерацией ударных волн, испусканием оптического и акустического излучения [1, 2]. При этом преобладающая частота в спектре акустического излучения зависит от энергии одиночных лазерных импульсов, воздействующих на мишень в воздухе [2]. Облучение металлов в воздухе парными импульсами лазерного излучения с длинами волн 532 и 1064 нм, регулируемым временным интервалом и порядком следования позволяет более эффективно формировать эрозионную плазму благодаря зависимости коэффициентов отражения металлов и погло-