

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ

А.В. Балашов, А.О. Черданцев, Е.А. Новиковский,
С.В. Ананьин, С.В. Белоплов

Рассмотрен экструзионный метод 3D-печати. Определена зависимость удельного веса материала образца от процента заполнения материала при 3D-печати. Исследовано влияние процента заполнения материалом детали на предел прочности при изгибе.

Ключевые слова: 3D-печать, экструзионный метод, ABS пластик, предел прочности при изгибе, удельный вес, процент заполнения.

В настоящее время начинает распространяться новый метод получения деталей – 3D-печать. Процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели называют «аддитивным производством» или 3D-печатью. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели [1].

Одним из распространенных методов 3D-печати является – экструзионный. При этом методе нить из термопластика (полилактид (PLA), акрилонитрилбутадиенстирол (ABS) и др.) подается в печатающую головку, где разогревается и выдавливается через экструдер на подвижную платформу 3D-принтера. Печатающая головка 1 (рисунок 1) наплавляет слой термопластика 2 в горизонтальной плоскости, согласно сечения модели детали. После наплавления слоя подвижная платформа 3 перемещается вниз на величину напечатанного слоя. После чего печатается следующий слой сечения детали. Таким образом, происходит выдавливание (экструзия) расходного материала с последовательным формованием готового изделия.

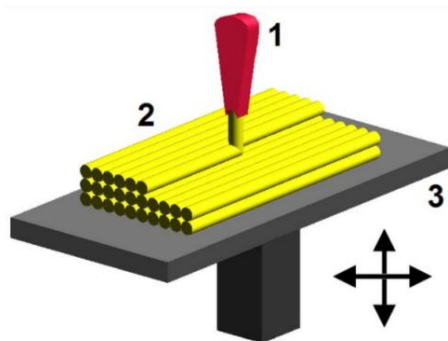


Рисунок 1 – Схема работы 3D-принтера [1]

По рассмотренной технологии на 3D-принтере «PICASO 3D Designer» напечатаны образцы 20×25×120 мм для испытания на изгиб. Образцы печатались при следующих режимах: тип пластика «ABC»; диаметр сопла экструдера – 0,3 мм; высота слоев – 0,25 мм; ширина нити – 0,45 мм; коэффициент подачи пластика – 0,97; температура экструдера – 250 °С; температура стола первого слоя – 115 °С; температура стола остальных слоев – 105 °С; скорость печати 80 мм/с; с формированием слоев с заполнением материала 20, 40 60, 80 и 100 % (рисунок 2).

Далее образцы взвешивались на аналитических весах САРТОГОСМ СЕ224 и испытывались на изгиб на испытательной установке INSTRON 3369 по трехточечной схеме (рисунок 3). Сущность метода заключается в том, что образец для испытаний, свободно лежащий на двух опорах, кратковременно нагружают в середине между опорами. При этом определяли следующие показатели:

- изгибающее напряжение и значение прогиба в момент разрушения для пластика, разрушающегося при заданной величине прогиба или до достижения этой величины;
- изгибающее напряжение при заданном значении прогиба для пластика, неразрушающихся при заданной величине прогиба или до достижения этой величины;
- изгибающее напряжение при максимальной нагрузке для пластика, у которых при заданной величине прогиба или до достижения этой величины нагрузка проходит через максимум;
- изгибающее напряжение при разрушении или при максимальной нагрузке, когда прогиб превышает заданное значение прогиба, если это предусмотрено в нормативно-технической документации на пластик [2].

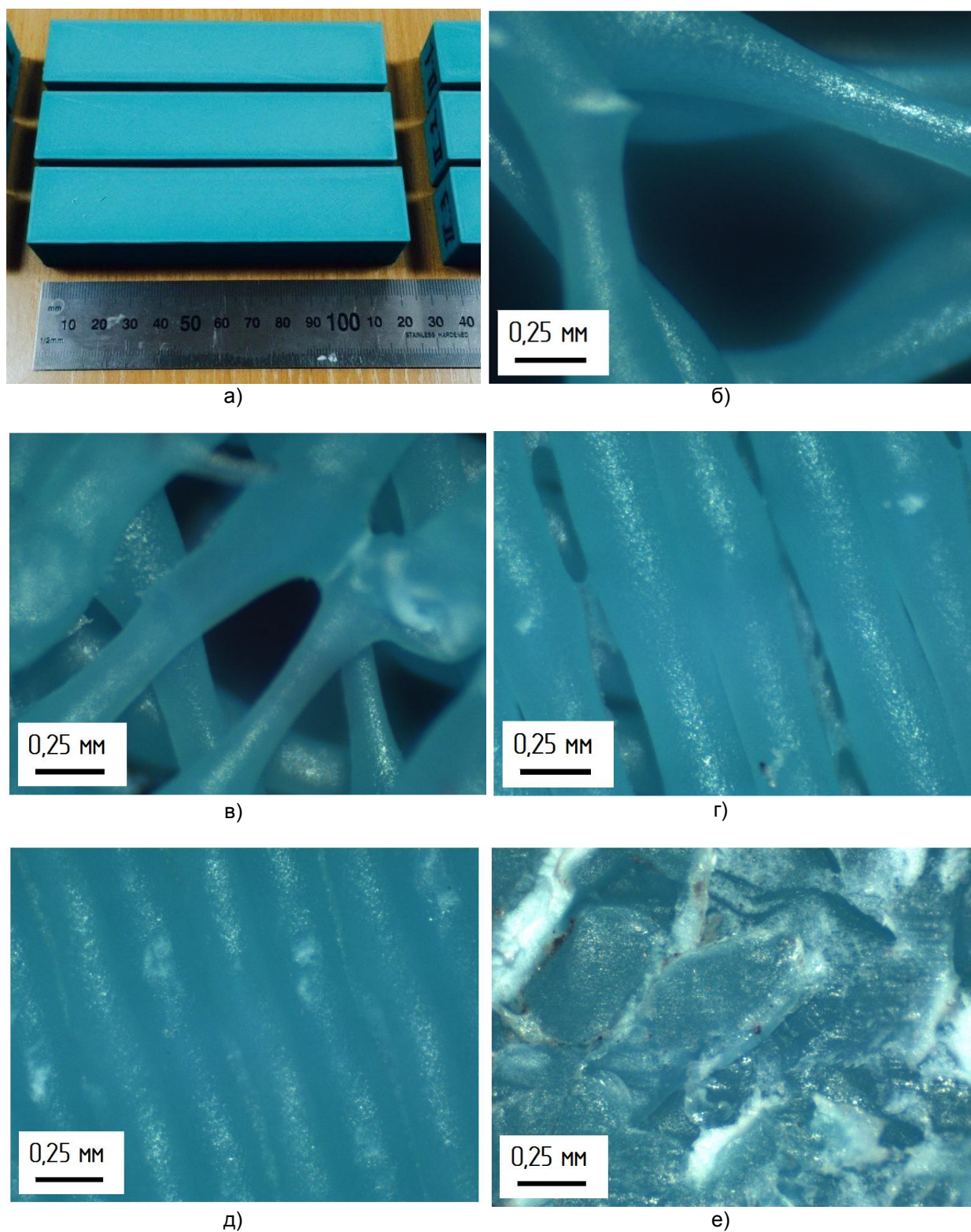


Рисунок 2 – Образцы для испытаний на изгиб
а) – общий вид образца; б) – внутренняя структура образца с заполнением 20 %;
в) – внутренняя структура образца с заполнением 40 %; г) – внутренняя структура образца с заполнением 60 %; д) – внутренняя структура образца с заполнением 80 %; е) – внутренняя структура образца с заполнением 100 %

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ



а)



б)

а) – аналитические весы САРТОГОСМ СЕ224;
 б) – нагружение образца на испытательной установке INSTRON 3369

Рисунок 3 – Исследовательское оборудование

По результатам взвешивания образцов определена зависимость влияния процента заполнения материала на удельный вес материала образца (таблица 1).

Таблица 1

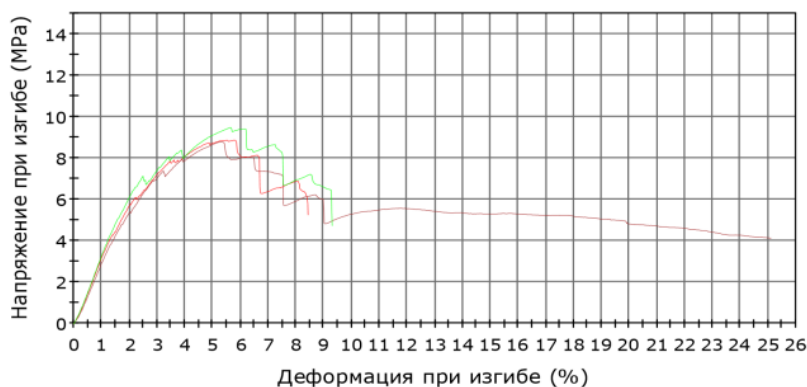
Заполнение, %	20	40	60	80	100
Удельный вес, гр/см ³	0,39	0,55	0,71	0,84	0,97

Зависимость влияния процента заполнения материала на удельный вес материала образца описывается уравнением 1.

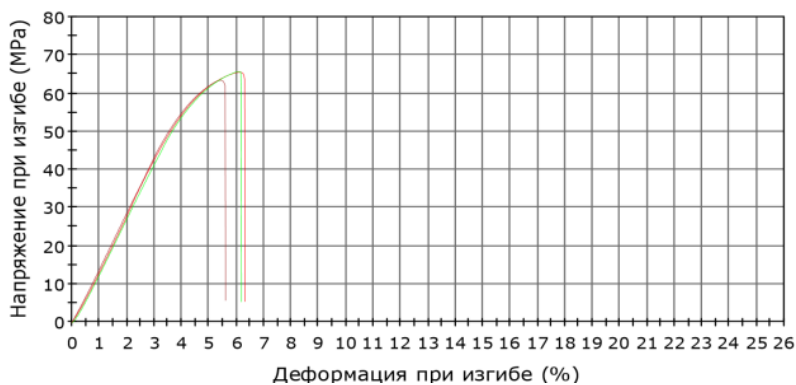
$\rho = -4 \cdot 10^{-15} \lambda - 0,0064 \lambda^2 + 0,1836 \lambda + 0,212$, (1)
 где ρ – удельный вес материала, гр/см³; λ – процент заполнения.

Результаты испытания образцов на изгиб приведены на рисунке 4

Результаты обработки экспериментальных данных выявили, что частичное заполнение материалом детали фактически не влияет на предел прочности при изгибе. Предел прочности при изгибе находится в пределах от 9,05 МПа до 12,61 МПа (рисунок 5).



а)



б)

Рисунок 4 – Результаты испытания типовых образцов

а) – заполнение 20 %;
 б) – заполнение – 100 %.

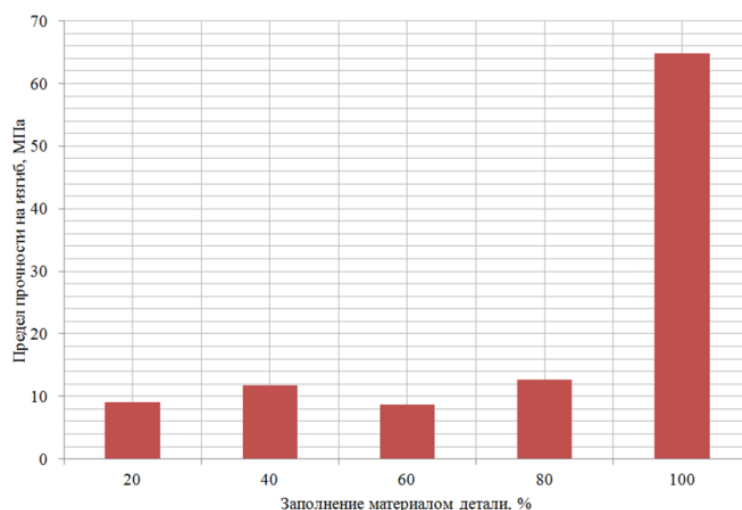


Рисунок 5 – Диаграмма зависимости предела прочности при изгибе от заполнения материалом детали

Полное заполнение материалом детали позволяет повысить прочность на изгиб в 6 раз, однако при этом масса изделия возрастет в 2,5 раза по сравнению с заполнением в 20 %.

Установленная зависимость предела прочности при изгибе детали из термопластика ABS и удельного веса материала детали от процента заполнения может использоваться для проектирования изделий, которые будут изготавливаться методом экструзионной 3D-печати.

В дальнейшем планируется изучить влияние других режимов печати (высота слоев, температура экструдера, скорость печати, и др.) на качество полученной детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доступная 3D-печать. Для науки, образования и устойчивого развития [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://drive.google.com/file/>

d/0BwYwplUU6gSuUW5uWlIdaYWswNkE/edit?pref=2&pli=1. – Загл. с экрана.

2. ГОСТ 4648-73 Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб.

Балашов А.В., к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: bavagtu@mail.ru.

Черданцев А.О., инженер кафедры «Технология машиностроения» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: hypertigr@mail.ru.

Новиковский Е.А., ассистент кафедры современных специальных материалов АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: Yegor2003@mail.ru.

Ананьин С.В., к.т.н., доцент кафедры «Современные специальные материалы» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, e-mail: fitib@mail.ru.

Белоplotов С.В., студент кафедры «Технология машиностроения» АлтГТУ им. И.И. Ползунова.