

УДК 620.178.154.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ТВЕРДОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ABS ПЛАСТИКА ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО FDM ТЕХНОЛОГИИ

С. В. Лашинина, студентка гр. КТм-151, 1 курс

Е. В. Бакулин, инженер каф. «Металлорежущие станки и инструменты»

Научный руководитель: Д. М. Дубинкин, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

В условиях современного машиностроительного производства, всё большее внимание уделяется технологиям изготовления изделий с минимальным количеством операций механической обработки или полного их исключения. Одной из таких технологий является технология послойного наложения расплавленной полимерной нити (Fused Deposition Modeling – FDM [1]) – метод аддитивного производства.

FDM технология реализуется с помощью 3D-принтера. Данная технология 3D-печати позволяет быстро и качественно решать самый широкий круг задач, стоящих перед инженерами технологами и конструкторами в машиностроительной отрасли. 3D-принтеры становятся незаменимыми на этапе технологической подготовки производства опытных образцов и единичных изделий, например: тест прототипы; выставочные образцы; корпуса различных электроприборов и устройств; технологическая оснастка; модельные комплекты для литейных форм; готовые к эксплуатации детали машин и механизмов и т.д.

В настоящее время исследования механических свойств изделий из ABS пластика изготовленных по FDM технологии являются актуальными, т.к. этот вопрос остаётся пока не до конца изученным, что существенно замедляет процесс внедрения таких изделий в машиностроительную отрасль.

ABS пластик [2, 3] – ударопрочная техническая термопластическая смола на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Благодаря своим свойствам (прочностным характеристикам), является отличным материалом для 3D прототипирования и печати функциональных предметов. Отлично поддается механической обработке и покраске. Растворим в ацетоне.

Целью исследования являлось изучение твердости [4, 5] изделий из ABS пластика изготовленных по FDM технологии на 3D принтере PrismPro. Цель реализовывалась через следующие задачи:

1. Проектирование трехмерной стереолитографической (STL) модели образца в графическом редакторе КОМПАС-3D.

2. Проектирование технологического процесса печати модели образца с помощью программы слайсера Cura (рис. 1), в том числе установление режимов печати (скорость, температура и т.д.), разделение модели на слои и со-

здание поддерживающих структур для получения G-кода – программы будущей печати.

3. Печать образцов с различными технологическими параметрами для измерения твердости (табл. 1) на 3D принтере PrismPro (рис. 2).

4. Исследование твердости [4, 5].

5. Обработка результатов измерений [4, 5, 6, 7, 8].

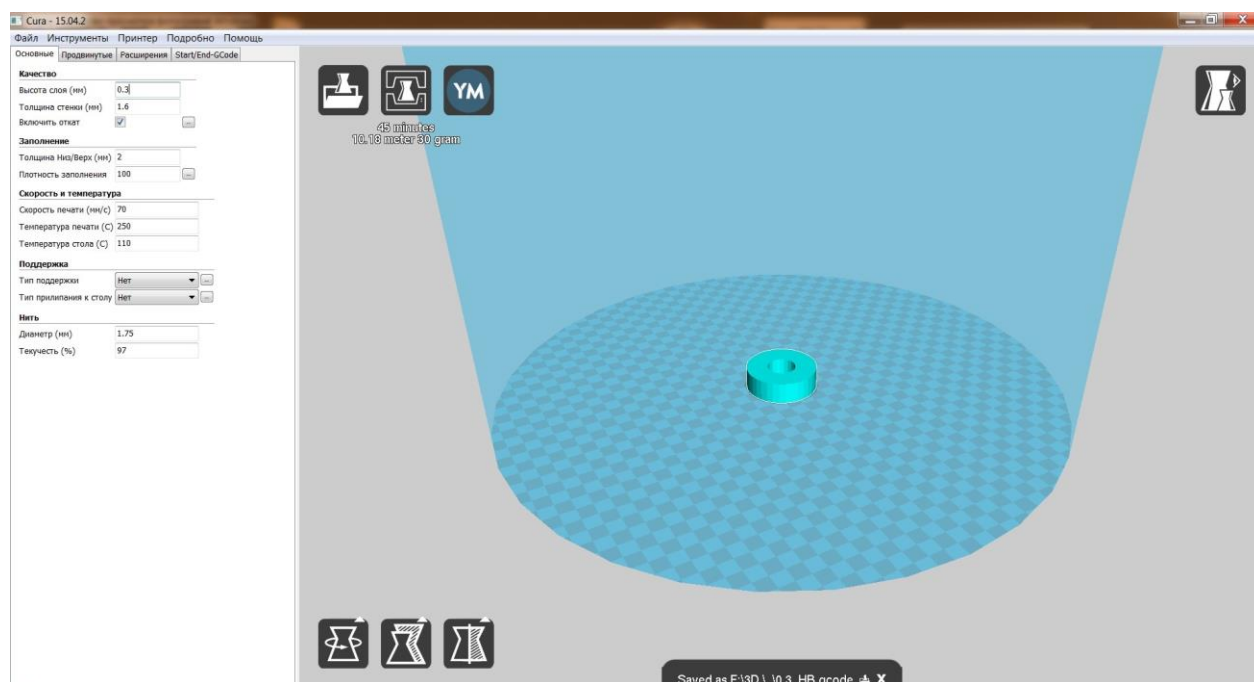
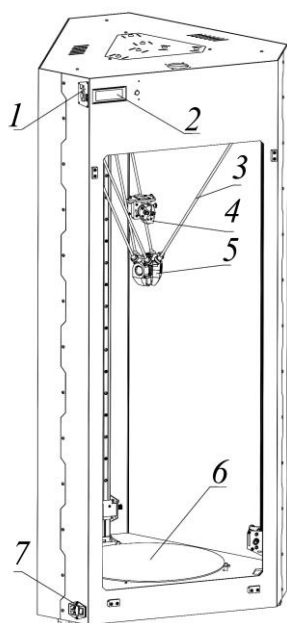


Рис. 1. Проектирование технологического процесса печати модели образца

Таблица 1

Номер образца	Технологические параметры печати		
	Плотность заполнения, %	Высота слоя, мм	Другие (скорость, температура и т.д.)
1	100	0,1	Одинаковые
2	50	0,1	
3	100	0,4	

Исследование твердости методом вдавливания шарика [4, 5] производилось на твердомере Бринелля ТШ-2. При измерении твердости этим методом шарик диаметром 10 мм из закаленной стали вдавливался в испытуемый образец №1, №2 и №3 (табл. 1) под действием нагрузки 250 кгс, приложенной в течение 10 с. Далее, согласно методик [4, 5, 6, 7, 8], производилась обработка результатов измерений. Результаты статистической обработки 20 измерений для каждого образца представлены в табл. 2.



Технологические характеристики:

- точность печати по осям XY - $\geq 0,2$ мм;
- толщина печатаемого слоя - $0,05 \div 1$ мм;
- минимальная толщина стенки 1 мм;
- максимальная точность печати по оси Z - $\geq 0,1$ мм;
- максимальные размеры печатаемого объекта - $\varnothing 400 \times 800$ мм;
- минимальный зазор в сопряженных частях $\geq 0,6$ мм.

Рис. 2. Общий вид 3D принтера PrismPro: 1 – разъем для подключения USB кабеля и карты памяти (SD); 2 – графический дисплей; 3 – диагональ; 4 – подающий механизм; 5 – печатающая головка; 6 – нагревательный стол; 7 – разъем питания 220В

Таблица 2

Описательная статистика	Образец №1	Образец №3
Среднее	13,57	11,16
Стандартная ошибка	0,11	0,39
Медиана	13,57	11,42
Мода	13,57	12,97
Стандартное отклонение	0,49	1,76
Дисперсия выборки	0,24	3,08
Асимметричность	-0,02	-0,16
Уровень надежности (95,0%)	0,23	0,82
Твердость, НВ	$13,57 \pm 0,23$	$11,16 \pm 0,82$

Образец №2 в результате вдавливания шарика значительно деформировался и дальнейшее исследование его не производилось.

Таким образом, исследования показали, что технологические параметры 3D печати оказывают влияние на твердость изделий из ABS пластика, а результаты исследования и литературный анализ говорят о том, что необходимо дальнейшее изучение механических свойств изделий из пластика, изготовленных по технологии послойного наложения расплавленной полимерной нити.

В настоящее время на кафедре металлорежущих станков и инструментов КузГТУ проводятся поисковые научно-исследовательские разработки по изучению механических свойств изделий из ABS пластика изготовленных по FDM технологии с выработкой рекомендаций по применению в машиностроительной и смежных отраслях.

Список литературы

1. URL: <http://www.stratasys.com/ru/3d-принтеры/technologies/fdm-technology>
2. URL: http://polymery.ru/letter.php?n_id=5138&cat_id=3
3. URL: <http://www.fractus.org/2012/04/18/ свойства-abs-абс-пластика/>
4. ГОСТ 9012–59. Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю. – Введ. 01.01.60. – М. : Изд-во стандартов, 2007. – 39 с.
5. ГОСТ 4670–91. Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика. – Введ. 01.01.93. – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 9 с.
6. ГОСТ Р 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. – Введ. 01.01.2013. – М. : Изд-во стандартов, 2013. – 24 с.
7. МИ 2083–90 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. – Введ. 01.01.1992. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 14 с.
8. Дубов, Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учеб. пособие / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин; ГОУ ВПО "Кузбас. гос. техн. ун-т". – Кемерово, 2011. – 224 с.