

Авторы:

Зиомковская Полина Евгеньевна

студентка

Грязнов Алексей Олегович

студент

Научный руководитель:

Козубский Андрей Михайлович

канд. техн. наук, куратор, инженер

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»

г. Екатеринбург, Свердловская область

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ABS И PLA-ПЛАСТИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЯХ 3D-ПЕЧАТИ

Аннотация: статья посвящена проведению эксперимента по определению модуля упругости ABS и PLA-пластиков, применяемых в 3D-печати. Полученное значение для ABS-пластика было проверено с помощью CAD пакета SolidWorks. В стандартную библиотеку материалов были внесены данные для PLA-пластика, используемые для расчета прочностных свойств, изготовленных из него деталей.

Ключевые слова: метод прототипирования, CAD система, SolidWorks, 3D-печать, ABS-пластик, PLA-пластик.

Данная статья является актуальной для студентов различных вузов по всему миру, которые являются участниками международного конкурса «Formula SAE», целью которого является успешное построение гоночного болида формульного класса для рынка непрофессиональных гоночных автомобилей с последующим испытанием его в соревнованиях. В рамках данного проекта участникам часто приходится сталкиваться с необходимостью создания узлов, разработанных в CAD системах, с помощью применения технологии быстрого прототипирования, а именно 3D-печати. Метод прототипирования является уникальным, так как

дает возможность при создании необходимой детали не использовать фрезерование, сверление, стачивание и не прибегать к изменению его формы (штамповка, ковка и т. д.). При проектировании деталей и узлов из пластика возникает проблема достоверности получаемых в САД системах расчетных параметров детали, связанная с нехваткой информации о механических свойствах используемых материалов. Поэтому мы задались вопросом точности работы, а также над дополнением информации, нужной инженерам данного профиля для совершаемой работы.

Для натурального эксперимента были напечатаны бруски из ABS и PLA пластика размером 10 * 10 * 100 мм и 100% заполнения. Температура экструдера для ABS пластика 225 °С, для PLA пластика 210°С. (см. табл.1) Готовые бруски пластиков располагались на закреплённую оснастку и нагружались весом 50Н (5.1 кг), установка изображена на рисунке 1. Нагружение производилось для всех четырех сторон бруска. С помощью индикаторной стойки измерялся прогиб каждой из сторон пластика. Полученные данные представлены в таблице 2. Аналогичный эксперимент был смоделирован в САД пакете SolidWorks (рис. 2). Используя формулу для нахождения модуля упругости, через прогиб балки $E = \frac{Fl^3}{48fl_x}$, вычислен модуль упругости для PLA-пластика.

Таблица 1

Свойства ABS и PLA пластиков [2; 3]

Вид пластика	Допустимый подогрев экструдера, °С	Допустимый подогрев стола, °С	Цвет	Усадка	Температура плавления, °С	Модуль упругости, $\frac{Н}{мм^2}$
PLA	190–240	0–70	Любой	–	173–178	–
ABS	220–275	100–130	Любой	+	220	1700–1930

Результаты моделирования нагружения балки в SolidWorks [1, с. 154] показали прогиб на 0,488 мм при модуле упругости $2000 \frac{Н}{мм^2}$ (взято из библиотеки механических свойств пластиков SolidWorks). Результаты измерения прогиба каждой стороны ABS и PLA пластиков приведены в таблице ниже (см. табл. 2).

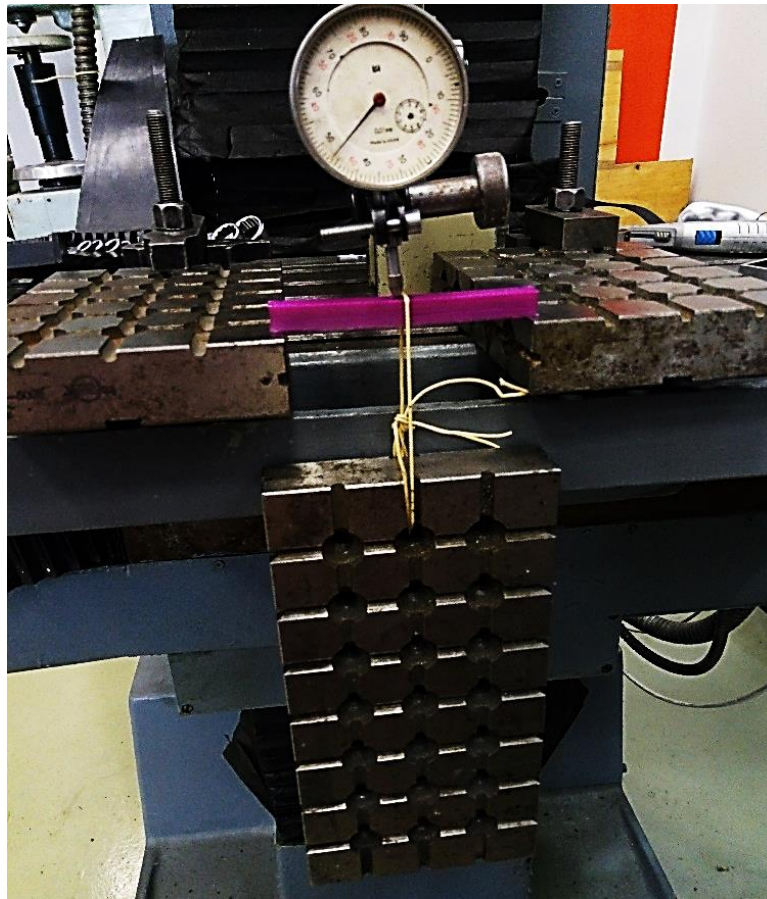
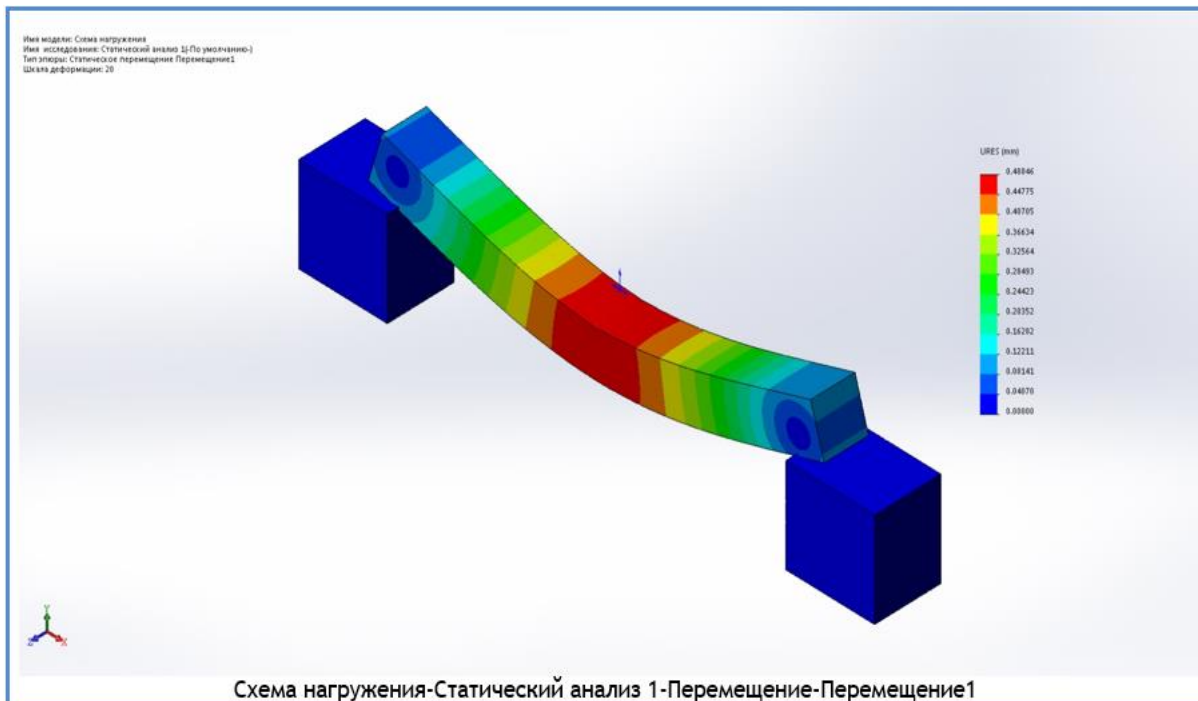


Рис. 1. Процесс нагружения балки



Имя	Тип	Мин	Макс
Перемещение1	URES: Результирующее перемещение	0 mm Узел: 90807	0.488458 mm Узел: 1

Рис. 2. Схема и результаты нагружения балки в SolidWorks

Прогиб пластиков

Сторона	1	2	3	4
ABS, мм	0,64	0,63	0,63	0,62
PLA, мм	0,58	0,50	0,50	0,47

Данные, полученные в результате моделирования несколько отличаются от экспериментальных. Погрешность обусловлена различием составов ABS-пластиков, которые влияют на механические свойства напечатанных деталей, а также погрешностью при усадке материала.

По приведенной выше формуле рассчитан модуль упругости для ABS-пластика, он равен $E = 1953,2 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$. Произведена оценка относительной погрешности измерений равная 2,3%.

Аналогичным образом было рассчитано значение модуля упругости для PLA-пластика равное $E=2451,1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$.

Незначительная погрешность полученных значений прогиба балки подтверждает правильность имеющихся в библиотеке SolidWorks данных об ABS-пластике. Результатом проделанной работы является дополнение библиотеки материалов SolidWorks значением модуля упругости для PLA-пластика. Это позволяет в дальнейшем проводить прочностной расчет деталей и узлов, изготовленных из PLA-пластика.

Список литературы

1. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.
2. ABS-пластик для 3D-печати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/abs_plastic/
3. PLA-пластик для 3D-печати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/PLA_plastic/