

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ СТЕРЕОЛИТОГРАФИИ

Чиркин Станислав Олегович

студент 3 курса Инженерного института

Абалуев Роман Николаевич

кандидат педагогических наук, доцент

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ

г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В статье проводится анализ современных материалов для лазерной стереолитографической печати. Рассматривается процесс создания прототипа детали с использованием среды Autodesk Inventor Professional 2020 и 3D-принтера Formlabs Form 2.

Ключевые слова: аддитивные технологии, фотополимерные смолы, лазерная стереолитография, САПР.

Одним из наиболее перспективных направлений развития современных производственных технологий является технология аддитивного производства, заключающаяся в послойном построении изделий на основе цифровой CAD-модели [1].

На сегодняшний день существует множество различных технологий 3D-печати. С каждым днем появляются либо новые, либо модификации уже известных технологий. Первый 3D-принтер был запатентован в 1984г. Чарльзом Халлом сотрудником компании 3D Systems, которая в 1986 году выпустила первую коммерческую стереолитографическую машину – SLA – Stereolithography Apparatus [2]. Принцип работы таких принтеров основывается на том, что стереолитографическая 3D-печать использует лазер для превращения жидкой фотополимерной смолы в твердые изотропные модели. Данная технология применяется, например, в 3D-принтере Formlabs Form 2. Плюсами данной технологии являются:

- высокая точность готовой модели;
- возможность получить модели очень большие по габаритам до 150*75*55 см и до 150 кг по весу;
- получаемая модель очень прочная и выдерживает температурное воздействие до 100°C;
- возможность изготавливать сложные модели с сохранением мелких элементов декора;
- небольшое количество отходов;
- простота постобработки модели, в случае необходимости.

К минусам данной технологии относят:

- отсутствие цветной печати и сочетания разных материалов в одном цикле;
- малая скорость печати;
- вес оборудования и высокая стоимость 3D-принтеров.

В зависимости от назначения разрабатываемой модели необходимы различные материалы. Так для 3D-принтера Formlabs Form 2 в основном используются следующие материалы: стандартные, инженерные, ювелирные,

стоматологические, керамические и декоративные. Каждый из них необходим для достижения определенного результата [3].

К стандартным материалам относятся фотополимеры: Formlabs White Resin (белая стандартная смола), Formlabs Clear Resin (прозрачная стандартная смола), Formlabs Grey Resin (серая стандартная смола). Все эти фотополимеры могут использоваться для печати сложных деталей с очень тонкими элементами. Поддерживаемое разрешение: 50 и 100 микрон (Formlabs Grey Resin поддерживает разрешение 25, 50 и 100 микрон). Идеально подходят для сверхточной печати деталей, в том числе и тех, которые будут использоваться в качестве частей всевозможных зубчатых механизмов. Обычно используется для создания прототипов, моделей и сувенирной продукции.

Инженерные материалы применяются для создания моделей, которые могут использоваться в реальных условиях и поэтому к их характеристикам применяются повышенные требования. Например, фотополимер Formlabs High Temp Resin создан специально для изделий, которые подвергаются воздействию высоких температур. Он способен выдерживать температуру до 289 °С. Данный материал может найти свое применение в производстве литейной оснастки, прототипировании в горячей среде или изготовления шаблонов для термоформовки. Фотополимер Formlabs Tough Resin - жесткий прочный, адаптивный и ударопрочный материал, который идеально подходит для инженерных задач, может выдерживать высокие напряжения и деформации. Он идеально подходит для защелкивающихся механизмов и других прототипов, требующих прочности. Formlabs Flexible Resin – фотополимер для имитации внешнего вида и механических свойств таких материалов, как мягкий пластик, резина и силикон. Он может использоваться для печати любых гибких деталей и мягких поверхностей, а также для создания прототипов резиновых деталей. Кроме перечисленных выше материалов, к инженерным фотополимерам относится Formlabs Durable Resin, который имеет высокую пластичность, а также износостойчивость. Данная смола применяется при производстве гибких деталей, способных выдерживать длительную механическую деформацию,

таких, например, как упаковочные материалы, различные бытовые товары, изделия с низким уровнем трения.

К ювелирным фотополимерам относится Formlabs Castable Resin – специальный выжигаемый материал, идеально подходящий для ювелирной отрасли и сверхточного прототипирования. Позволяет осуществлять прожиг чисто, без золы. Смола идеально подходит для печати с высоким разрешением. После финишной обработки обязательно необходимо ультрафиолетовое отверждение. Поддерживаемое разрешение 25, 50 и 100 мкм.

Аддитивные технологии сейчас активно применяются в стоматологии, например, для изготовления имплантатов. В качестве полимера для этого используется Formlabs Dental SG – первый на рынке специально разработанный для нужд стоматологии, сертифицированный биосовместимый фотополимер. Dental SG специально разработан для создания высокоточных моделей на основе данных цифрового сканирования для подготовки к установке имплантатов. Биосовместимую смолу в стоматологии также можно использовать для изготовления образовательных моделей, отбеливающих конструкций, брекетов и другого оборудования.

Компания Formlabs выпустила несколько экспериментальных материалов, например, Formlabs Form X Ceramic, который сочетает в себе инновационные методы, материалы, и демонстрирует, каких результатов можно достичь, благодаря технологии SLA. Этот материал, позволяет печатать изделия, которые выглядят и напоминают по свойствам керамические изделия. После обжига детали на внешний вид неотличимы от керамики и уже готовы для остекления. Фотополимерная смола с блестками Formlabs Glitter Resin позиционируется как материал для печати сувениров, дизайнерских и модных концептов, игрушек.

Для оценки свойств фотополимерных материалов, на 3D-принтере Formlabs Form 2 был изготовлен прототип детали «Вентилятор воздушного компрессора».

Первоначально в среде Autodesk Inventor Professional 2020 было выполнено проектирование детали (Рис.1).

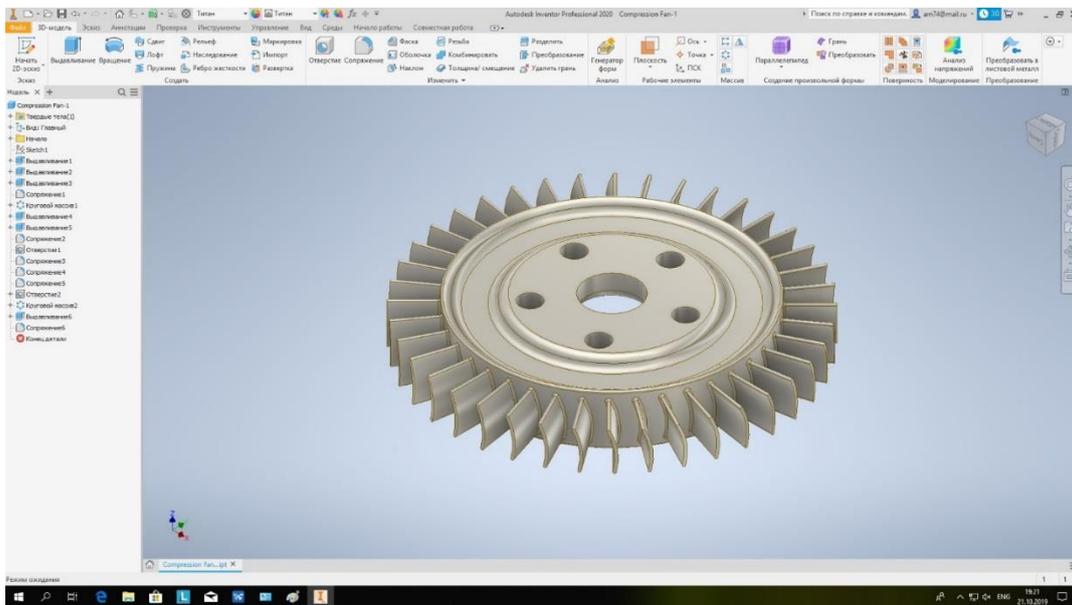


Рисунок 1. Проектирование детали в среде Autodesk Inventor Professional 2020.

Затем был произведен экспорт в формат файла STL, который в дальнейшем был открыт в программе PreForm. В данном программном продукте были заданы параметры 3D-печати и файл был передан на 3D-принтер (Рис.2).

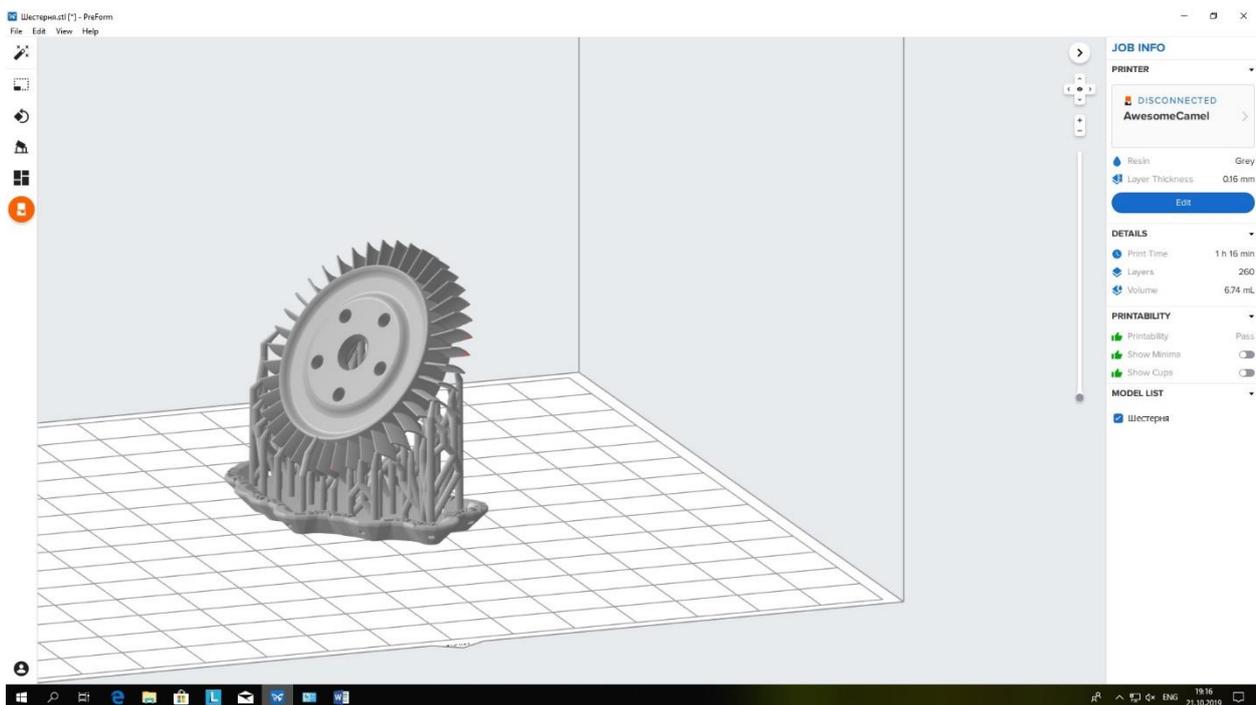


Рисунок 2. Редактирование детали в программе PreForm

В качестве фотополимера использовалась смола Formlabs Grey Resin (серая стандартная смола). Данный полимер очень устойчив к деформации с течением времени и отлично подходит для печати тонких элементов, таких как, в данном случае, лопасти вентилятора. Печать производилась с разрешением 50 микрон,

деталь состояла из 280 слоев, общая продолжительность печати составила 1 час 16 минут.

Результат после финишной обработки детали представлен на Рис. 3.

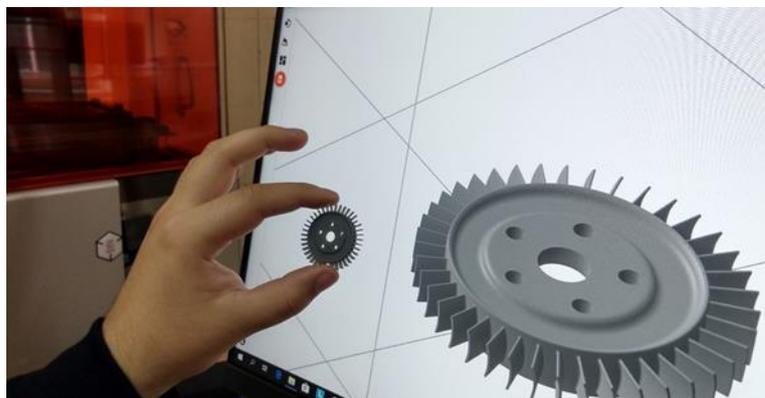


Рисунок 3. Созданный прототип детали

В ходе проведенного анализа и апробации материалов, используемых для 3D-печати по технологии SLA, можно сделать следующие выводы:

- на рынке расходных материалов представлено большое количество разнообразных фотополимеров, которые можно использовать в зависимости от поставленных задач;
- появляются новые, перспективные материалы, с помощью которых можно создавать изделия как для инженерных конструкций, так и для медицины и ветеринарии;
- используя современные программные средства САПР и техническое обеспечение 3D-печати можно быстро и качественно создавать прототипы различных деталей.

Список литературы

1. Абалуев Р.Н., Чиркин С.О. Перспективы использования аддитивных технологий в агропромышленном комплексе. // Научный рецензируемый электронный журнал «Наука и Образование». №2. – 2019.
2. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета. – 2013. –222 с.

3. Каталог полимеров Formlabs. Официальный сайт компании Formlabs.//URL: <https://formlabs.com/materials/> (дата обращения: 17.09.2019).

**ANALYSIS AND EVALUATION OF MATERIALS FOR 3D
PRINTING USING LASER STEREOLITHOGRAPHY
TECHNOLOGY**

Chirkin Stanislav Olegovich,

3rd year student Engineering Institute

stas.chirkin@bk.ru

Abaluev Roman Nikolaevich,

Associate Professor

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia.

Abstract: The article analyzes modern materials for laser stereolithographic printing. The process of prototyping a part using the Autodesk Inventor Professional 2020 environment and Formlabs Form 2 3D printer is considered.

Key words: additive technologies, photopolymer resins, laser stereolithography, CAD.