УДК 004.932.2

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-8-243-78-81

*С. С. Шемелюнас, А. В. Омаров, А. В. Дроботов***АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОДАЧИ МАТЕРИАЛА В FDM 3D ПРИНТЕРАХ****Волгоградский государственный технический университет**

E-mail: sergey.shemelyunas@bk.ru

Проведен сравнительный анализ систем контроля подачи материала в FDM 3D принтерах, отмечены их преимущества и недостатки. Предложена конструкция, и описан принцип работы новой системы контроля подачи материала с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: 3D принтер, контроль подачи, система контроля, автоматизация, 3D печать.

*S. S. Shemelyunas, A. V. Omarov, A. V. Drobotov***ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF THE SYSTEM OF CONTROL OF MATERIAL FEEDING IN FDM 3D PRINTERS****Volgograd State Technical University**

A comparative analysis of feed control systems in FDM 3D printers is carried out, their advantages and disadvantages are noted. The design is proposed and the principle of operation of a new material delivery control system with improved characteristics is described.

Keywords: 3D printer, feed control, control system, automation, 3D printing.

Аддитивные технологии очень быстро развиваются последнее время, позволяя производить широкую номенклатуру продукции с минимальными материальными затратами в сжатые сроки всего на одном станке – 3D принтере. В настоящее время 3D печать применяют уже не только для быстрого прототипирования, но и в единичном и мелкосерийном производстве [1].

Наиболее распространенной является FDM технология 3D печати в виду простоты и большого разнообразия материалов для печати.

Однако из-за новизны и несовершенства

аддитивных технологий, в процессе печати часто требуется участие человека, например при засоре печатающего сопла, что приводит к браку при печати и изделие выбрасывается. Для снижения количества брака и уменьшения вовлеченности человека в процесс печати в продвинутых моделях принтеров применяют системы контроля подачи материала.

Были проведены исследования, которые показали, что наиболее частая причина прекращения подачи материала – это отклонение диаметра пластика от своего номинального значения.

Рис. 1. Анализ среднего диаметра прутка пластика

Был произведен показанный на рис. 1 анализ диаметра пластика от 4 разных производителей, который показал, что диаметр варьируется от 1,56 до 1,85 мм. Это основная причина возникновения засора [2].

Для решения данной проблемы, необходима разработка системы, которая могла бы не только определять наличие пластика в экструдере и следить за его перемещением, но и динамически определять объем поданного пластика,

сравнивать его с номинальным и корректировать процесс печати.

Были рассмотрены существующие на данный момент системы контроля подачи пластика. В показанной на рис. 2 системе Flow control компании PICASSO, примененная в 3D принтере DESIGN X PRO, за основу взят энкодер, который следит за продвижением пластика в экструдере и при отсутствии сигнала способен уведомить пользователя об этом [3].

Рис. 2. Система Flow control

Рис. 3. Система контроля на основе тактовой кнопки

Другой вариант системы контроля подачи (рис. 3) включает механический датчик на основе тактовой кнопки. Такая система способна следить только за наличием пластика в экструдере, но не за его продвижением [4].

Система контроля на основе датчика Холла и подшипника показана на рис. 4. В ней при продвижении прутка пластика к экструдеру прутки вращают подшипник, а датчик Холла улавливает это движение и подает сигнал управляющей плате [5].

Датчик на основе оптического энкодера (рис. 5) позволяет следить за наличием пластика в экструдере и за его продвижением. Он обладает более высокой точностью по сравнению с системой Flow control [6].

Сопоставление возможностей рассмотренных выше систем показано в таблице.

Известные системы позволяют определять наличие пластика в экструдере или следить за его продвижением. Но ни одна из них не способна определять средний диаметр прутка и объем подаваемого пластика.

Для создания нового устройства было предложено использовать оптический сенсор, подключенный по интерфейсу PS/2. Такой сенсор получает оптическую картинку низкого разрешения, что позволит определять диаметр пластика и следить за его продвижением. 3D модель такого датчика и примерная картина с сенсора представлена на рис. 6.

Рис. 4. Система контроля на основе датчика Холла

Рис. 5. Датчик на основе оптического энкодера

Сравнительный анализ систем контроля подачи пластика в 3D принтерах

Возможности систем	Поворотный энкодер	Механический датчик	Оптический энкодер	Датчик Холла
Обнаружение прутка пластика	✓	✓	✓	✓
Обнаружение продвижения прутка пластика	✓	×	✓	✓
Возможность работы со всеми типами пластиков	✓	✓	×	✓
Чувствительность к пыли и грязи	✓	×	✓	✓
Возможность определения скорости подачи пластика	×	×	✓	×
Создание сопротивления нормальному движению пластика	✓	✓	×	✓
Возможность работы с пластиком большего диаметра	×	×	✓	×

Рис. 6. Датчик на основе оптического сенсора и примерное изображение, получаемое с сенсора

Система должна функционировать следующим образом: пруток пластика с эталонным диаметром равным 1,75 мм сканируется системой и получается определенное количество изменяющихся точек. По ним система сможет

динамически определять средний диаметр подаваемого пластика сравнивая текущее изображение с эталонным. Зная средний диаметр и скорость подачи можно определить реальный подаваемый объем пластика.

Произведенный анализ существующих систем контроля подачи материала выявил недостатки и достоинства каждой из систем. На основе полученного опыта предложена разработка новой системы, которая будет совмещать в себе достоинства и нивелировать недостатки существующих систем. Примененный в ней оптический датчик способен динамически следить за наличием материала и продвижением прутка пластика, а также определять объем подаваемого пластика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Швец, А. А. Сравнительный анализ устройств для объемной печати / А. А. Швец, А. Р. Авдеев, А. В. Дроботов // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 1 (156) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2015. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 76–79.
2. Шемелюнас, С. С. Анализ и совершенствование систем контроля подачи материала в FDM 3D принтерах / С. С. Шемелюнас, А. В. Дроботов // XXIV Региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Волгоград, 3–6 декабря 2019 г. : сб. матер. конф. / ВолгГТУ ; редкол.: С. В. Кузьмин (отв. ред.) [и др.]. – Волгоград, 2020. – 424 с.
3. Официальный сайт PICASO 3D Designer X [Электронный ресурс] – URL : <https://picaso-3d.com/ru/products/printers/designer-x/> (дата обращения : 20.07.2019)
4. Датчик автоматической остановки 3D принтера по окончании филамента [Электронный ресурс] – URL: http://www.copies.ru/3d-autostop_01 (дата обращения : 19.07.2019)
5. Датчик окончания филамента на Октопринте [Электронный ресурс] – URL : <https://3dtoday.ru/blogs/andrewstick/the-sensor-end-of-the-filament-on-oktoprint/#> (дата обращения : 20.07.2019)
6. Volumetric Feed Control for Flexible Filament: пат. 6058957A Соединенные Штаты Америки: МПК В65Н 20/00, В23Q 15/00, Zinniel, R.L.; Batchelder, J.S.; заявитель и патентообладатель Stratasys, Inc., Eden Prairie, Minn.; заявл. 10.04.2000; опубл. 11.06.2000. – 9 с.