

ошибках. В отличие от готовых решений, данный интерфейс ориентирован на учебные задачи и отладку в лабораторных условиях.

Также была разработана программа для расчёта параметров профиля волнового редуктора с постоянными телами качения. Алгоритм расчёта был найден в открытом доступе, но для работы с программой требовалась среда разработки Python. В ходе работы были реализованы формы ввода данных, визуализация результата средствами *matnolib* и возможно экспорта чертежа в DXF-формате с помощью библиотеки *ezdxf*. Данная программа позволяет конструкторам и учащимся, не владеющим средой разработки Python, удобно подбирать параметры редуктора и интегрировать их в САД-системы.

Полученная установка успешно прошла испытания и продемонстрировала работоспособность в задачах позиционирования лёгких объектов. Созданный комплекс можно эффективно использовать как в рамках инженерных лабораторий, так и для демонстрации принципов автоматизации на ранних этапах обучения. Благодаря модульности и открытой архитектуре, проект может быть расширен для решения более сложных задач.

Литература

1. Роль самостоятельной работы студентов в современном профессиональном образовании [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-samostoyatelnoy-raboty-studentov-v-sovremennom-professionalnom-obrazovanii>
2. Сапрыкина Н. А. Синтез механизмов с кинематикой типа дельта / Н. А. Сапрыкина, А. В. Проскоков, А. А. Сапрыкин // Фундаментальные и прикладные проблемы инженерии и технологии – 2020. – С. 26-33.
3. Степанов В. С. Методика проектирования привода на основе волновой передачи с телами качения / В. С. Степанов – Москва, МАИ, 2009. – 20с.
4. Arduino® Mega 2560 Rev3 Datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000067-datasheet.pdf>

УДК 621.382.323

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА СТОЛА 3D ПРИНТЕРОВ

Субботин С.И.

Научный руководитель – Заярный В.П., заведующий лабораторией

В последние годы огромными темпами продвигается 3D печать. Данная веха развития изготовления деталей необходимой формы имеет высокое

преимущество в скорости и точности изготовления деталей из пластика (в некоторых случаях металла). Однако при печати есть высокая вероятность того, что из-за перепада температур пластик может лопнуть, или не иметь требуемых характеристик. Для предотвращения этих недостатков и упрощения работы с материалом используют нагревательные элементы, для подогрева рабочей поверхности. Для осуществления электропитания нагревателя применяется модуль нагрева стола.

Нагрев стола может быть осуществлен встроенным в стол нагревателем (платформенные нагреватели) или внешними нагревателями в виде отдельных модулей. Контроль температуры производится термодатчиком, устанавливаемым на печатной столе. Регуляция температуры осуществляется программно, для этого контроллер принтера подает сигнал на модуль нагрева стола, который коммутирует ток, идущий на нагревательный элемент.

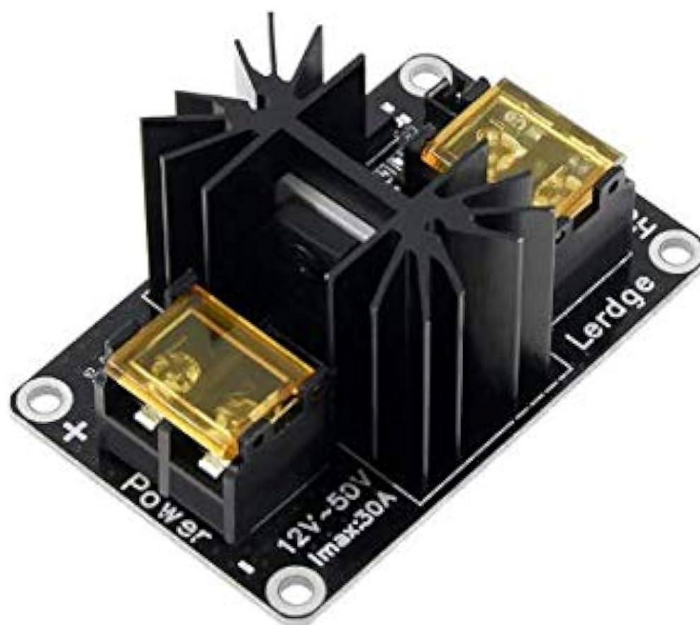


Рис.1. Внешний вид модуля MOS-25A.

Модуль нагрева является одним из важнейших компонентов нагревательного стола, однако конструктивно он представляет резистор определённой формы (зачастую плоский). Расчёт выходной мощности нагревателя определяется по формуле:

$$P = I^2 R \quad (1)$$

Сам нагревательный элемент подбирается с расчётом на определённый диапазон рабочих температур (под рабочие виды пластика и материал самого стола). Ещё одной важной частью нагревательного стола является

радиатор – передающий и рассеивающий тепло, одной из важнейших характеристик радиатора является его площадь, от неё зависит количество рассеиваемого тепла, площадь вычисляется по формуле:

$$S = \frac{800}{R_{p-o}} \quad (2)$$

где R_{p-o} – тепловое сопротивление между радиатором и окружающей средой.

Нагревательные столы по материалу разделяют на:

- Текстолитовые
- Алюминиевые
- Силиконовые
- Капроновые (Полиамидные)

В зависимости от материала и размера стола нагреватели могут использовать питающее напряжение 12В, 24В или 220В. Соответственно требуется и выбор подходящего модуля нагрева стола.

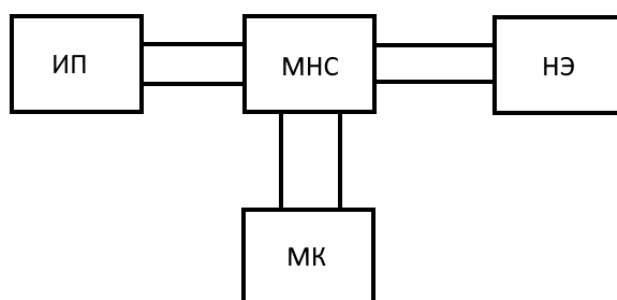


Рис.2. Принципиальная схема включения модуля нагрева стола.

Модуль нагрева стола включается в разрыв между источником питания (ИП) и нагревательным элементом (НЭ) и управляется сигналом от микроконтроллера 3D принтера (МК). В модуле нагрева стола в качестве регулирующего элемента используются MOSFET-транзисторы с установленными на них алюминиевыми радиаторами для защиты от перегрева, что обеспечивает длительное протекание тока до 25А. В отличие от магнитных реле транзисторное управление обеспечивает высокий уровень надежности. Так же применение тиристоров невозможно из-за применения постоянного тока для нагревателей на 12 и 24 вольт.

Отдельно можно отметить, что для лучшей передачи температуры необходимо использовать термопасту или термопрокладку. Термопаста – это специальная густая смесь различных веществ, улучшающих тепловой обмен между корпусом нагревательного элемента и металлом охлаждающего

радиатора. Она имеет вязкую, пастообразную консистенцию и состоит из синтетических, минеральных и металлических компонентов.

Применение термопасты решает следующие важные задачи:

- Исключение образования микрополостей в зазоре между элементом и охладителем, где мог бы скапливаться теплоизолирующий воздух;
- Улучшение параметров передачи тепла от микросхемы к охлаждающим устройствам.

Недостатком любой такой пасты является то, что, как и другая жидкость, она испаряется со временем, теряя свои защитные качества. По этой причине существует необходимость один-два раза в год производить ее замену в ключевых местах схемы. Другой способ улучшить передачу тепла это – применение термопрокладок. Это специальный листовой материал (или отдельные пластины), содержащий керамические или графитовые наполнители, которые способствуют лучшей теплопроводности. Между собой термопрокладки различаются толщиной, наполнением, количеством слоев и клеящихся поверхностей. Они удобнее в обращении по сравнению с жидкой термопастой, но также имеют ограничение по времени использования.

Литература

1. 3DiY [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/blog/vybor-nagrevatel'nogo-stola-3d-printera/?srsltid=AfmBOope5q7OLpEskVMdEQ-1T7QaajuUw3ff3f-SBZSm0ylx5CT1froM>
2. Ю.Ф. Скрипников. Радиаторы для полупроводниковых приборов. Массовая радиобиблиотека (МРБ) выпуск 817 Радиаторы для полупроводниковых приборов Автор(ы): Скрипников Ю.Ф. 1973 год
3. OK-komputer.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ok-computer.by/a49339-termopasta-termoprokladki-cto.html?srsltid=AfmBOopLvQHBTZ9-s2QBgBER04rNW_SQQL_gJ3s-TEZETvVDhNuHFzE
4. PCmount.by [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pcmount.by/moduli-dopolnitelnye/acces-electro-modul-hotbed-mos-30a?i=13818%2C14859%2C14158>