**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**

**(ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»)**

**Создание роботизированного станка для обработки пластиковых бутылок**

Статья

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил ст. магистратуры: |  | Старков Виталий Юрьевич |

Москва

2020

Содержание

[Введение 3](#_Toc47175102)

[Требования к роботизированному станку 4](#_Toc47175103)

[1 Процесс выполнения работы 5](#_Toc47175104)

[1.1 Создание 3D сборки 5](#_Toc47175105)

[1.2 Создание электрической схемы 6](#_Toc47175106)

[1.3 Выбор компонентов 7](#_Toc47175107)

[1.3.1. Нагревательный элемент хотэнд E3D V6 7](#_Toc47175108)

[1.3.2 Двигатель 8](#_Toc47175109)

[1.3.3. Микроконтроллер и дополнительные компоненты 10](#_Toc47175110)

[1.4 Закупка составляющих 13](#_Toc47175111)

[1.5 Сборка конструкции и описание установки 13](#_Toc47175112)

[Заключение 14](#_Toc47175113)

Введение

В данной статье описан процесс создания роботизированного станка для обработки пластиковых бутылок в ленту. В статье приведены требования к такому станку, подробно описан процесс выполнения работы и приведены соответствующие выводы.

Требования к роботизированному станку

Ниже приведены основные требования к роботизированному станку по различным параметрам:

по производительности

* должно перерабатываться ~ 6 см. прутка в минуту
* диаметр прутка должен составлять не более 2 мм

по автоматизации процесса

* должно быть не менее 40% автоматизированного процесса

к сырью

* сырье должно быть очищено от внутренних и внешних загрязнений
* должна быть возможность выбора различных вариантов сырья
* объем бутылок должен составлять до 5 л.

по уровню шума

* уровень шума не должен превышать 60 дБ

по интерфейсу

* станок должен обладать светодиодным индикатором
* в станке должны присутствовать кнопки управления
* Габаритные размеры не должны превышать 500x500x500 мм.
* Питание должно осуществляться от 220 В от энергосети.

1 Процесс выполнения работы

1.1 Создание 3D сборки

В начале работы необходимо было создать креативное, ранее не существующее решение по переработке пластика. Для этого, в первую очередь, необходимо было создать 3D-модель, которая отображала бы предварительный вид сборки. В качестве среды 3D моделирования была выбрана программа Autocad. Результаты создания 3D модели приведены на рис. 1,2.

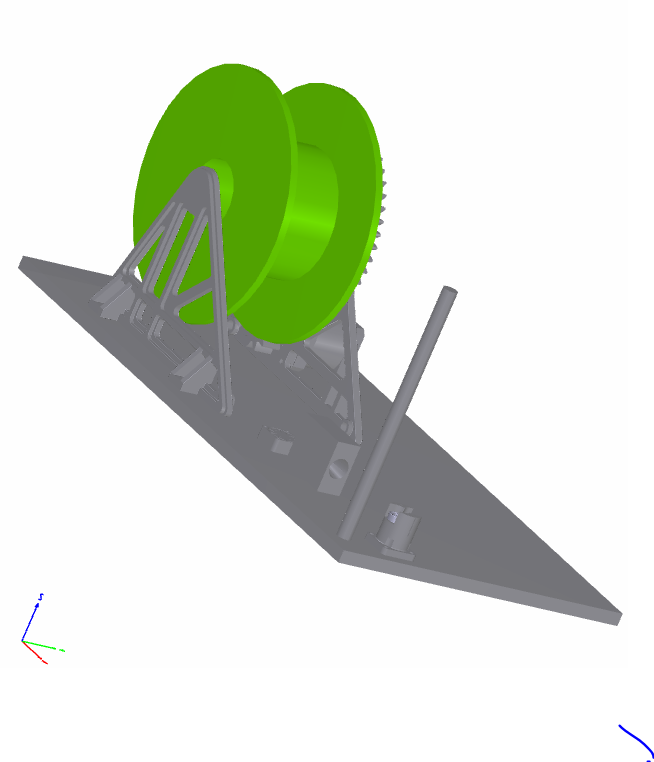


Рис. 1. 3D сборка

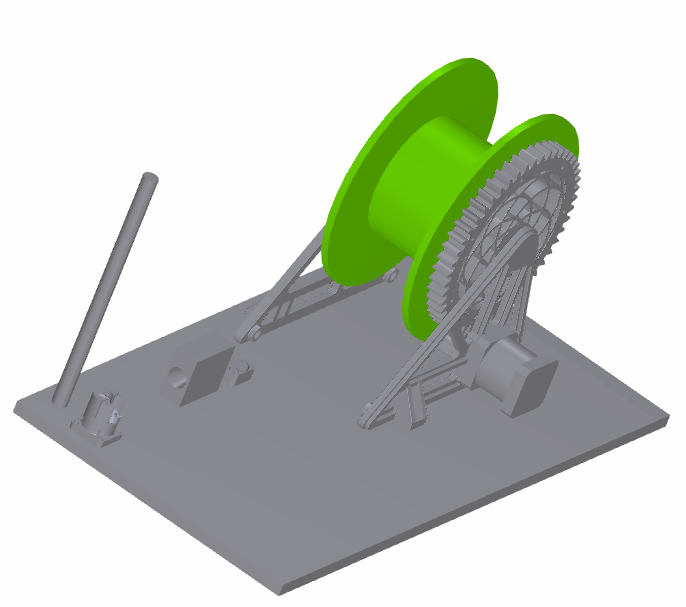
****

Рис. 2 3D сборка

1.2 Создание электрической схемы

Также важным этапом в начале любого проекта, связанного с электроникой – создание электрической схемы. Электрическая схема приведена на рис. 3.

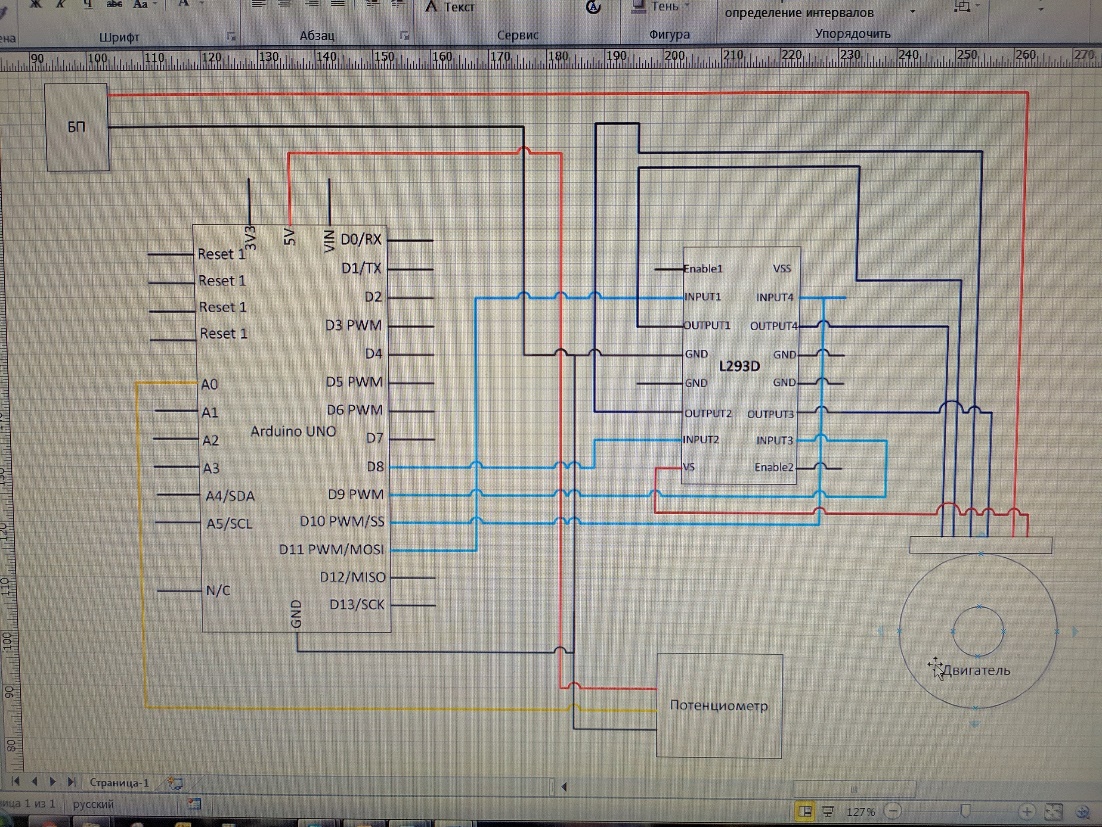


Рис. 3 Электрическая схема

Данная электрическая схема состоит из микроконтроллера Arduino UNO, реле, необходимого для управления двигателем, непосредственно двигателя и потенциометра. Данная схема будет дополняться со временем и на настоящем этапе требует доработки, а именно добавления нагревательного элемента и специального реле.

**1.3 Выбор компонентов**

**1.3.1. Нагревательный элемент хотэнд E3D V6**



Рис. 4. Нагревательный элемент

Данная модель разработана под филамент 1,75 мм, при этом пруток подается в нагреватель более свободно и надежно за счет усовершенствованной конструкции: трубка филамента располагается в радиаторе. Среди особенностей хотенда – уменьшенный размер радиатора и небольшая высота головки, как следствие – сниженный вес. Термобарьер печатающей головки рассчитан под трубку диаметром 4 мм. Качественная и надежная головка Хотенд E3D V6 3d принтера состоит из дюралюминиевого блока нагревателя, теплового барьера из нержавеющей стали, латунной форсунки и дюралюминиевого радиатора охлаждения. Все детали выполнены из фрезерованного металла с точным соблюдением проектных размеров, канал термобарьера обработан качественно, соосность сопла и термобарьера отрегулирована с высокой точностью.

* + 1. **Двигатель**

В качестве двигателя был выбран шаговый двигатель 42STH47-0406 (рис. 5).

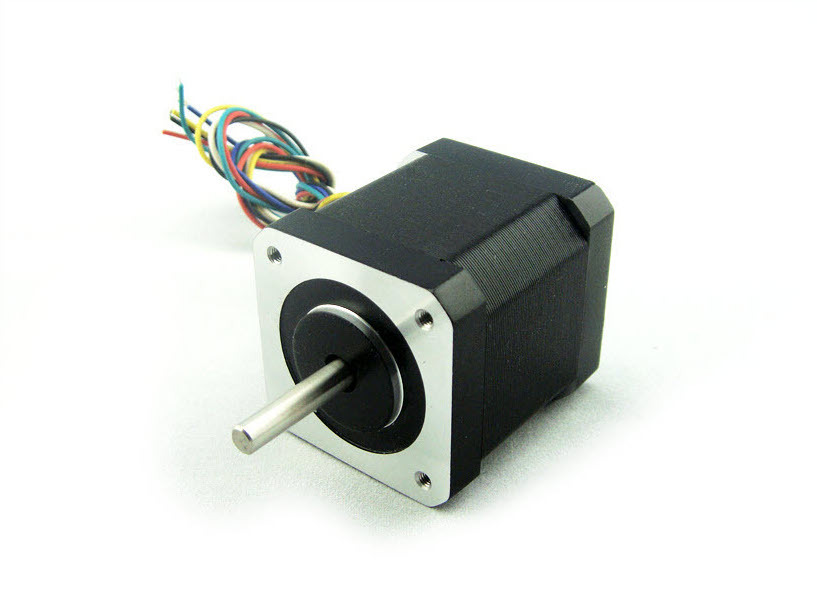


Рис. 5. Двигатель 42STH47-0406A

Униполярный двухфазный шаговый двигатель (stepper motor) [42STH47-0406A](http://files.amperka.ru/datasheets/LDO-42STH47-0406A.pdf) — привод, который способен поворачиваться на заданное количество шагов. Один полный оборот разбит на 200 шагов. Двигатель имеет стандартный в промышленности размер фланца 42 мм, известный как типоразмер Nema 17. Такие двигатели часто используются для создания координатных станков с ЧПУ, 3D-принтеров и других механизмов, где необходимо точное позиционирование.

Выводы мотора — 6 проводов со свободными концами, где каждая тройка подведена к концам и центру обмотки, отвечающей за свою фазу. Таким образом вы можете подключить двигатель как в униполярном, так и в биполярном режиме. Для управления мотором с помощью [микроконтроллера](http://amperka.ru/collection/microcontrollers) понадобится драйвер-посредник такой как [драйвер шагового двигателя (Troyka-модуль)](http://amperka.ru/product/troyka-stepper-motor-driver), [сборка Дарлингтона ULN2003](http://amperka.ru/product/uln2003-darlington-assembly) или [H-мост L293D](http://amperka.ru/product/l293d-motor-driver). Для контроля с помощью [Arduino](http://amperka.ru/collection/arduino)также подойдёт плата расширения [Motor Shield](http://amperka.ru/product/arduino-motor-shield).

Рекомендованное напряжение питания мотора — 12 В. При этом ток через обмотки составит 400 мА. Если в вашем устройстве сложно получить указанный режим питания, вы можете вращать мотор и с помощью меньшего напряжения. В этом случае соответственно снизится потребляемый ток и крутящий момент.

Характеристики:

* Шаг: 1,8°±5% (200 на оборот)
* Номинальное напряжение питания: 12 В
* Номинальный ток фазы: 400 мА
* Крутящий момент (holding torque): не менее 3,17 кг×см
* Крутящий момент покоя (detent torque): 0,2 кг×см
* Максимальная скорость старта: 2500 шагов/сек
* Диаметр вала: 5 мм
* Длина вала: 24 мм
* Габариты корпуса: 42×42×48 мм (Nema 17)
* Вес: 350 г

**1.3.3. Микроконтроллер и дополнительные компоненты**

В качестве микроконтроллера был выбран Arduino UNO (рис.6) за его простоту и функциональность.

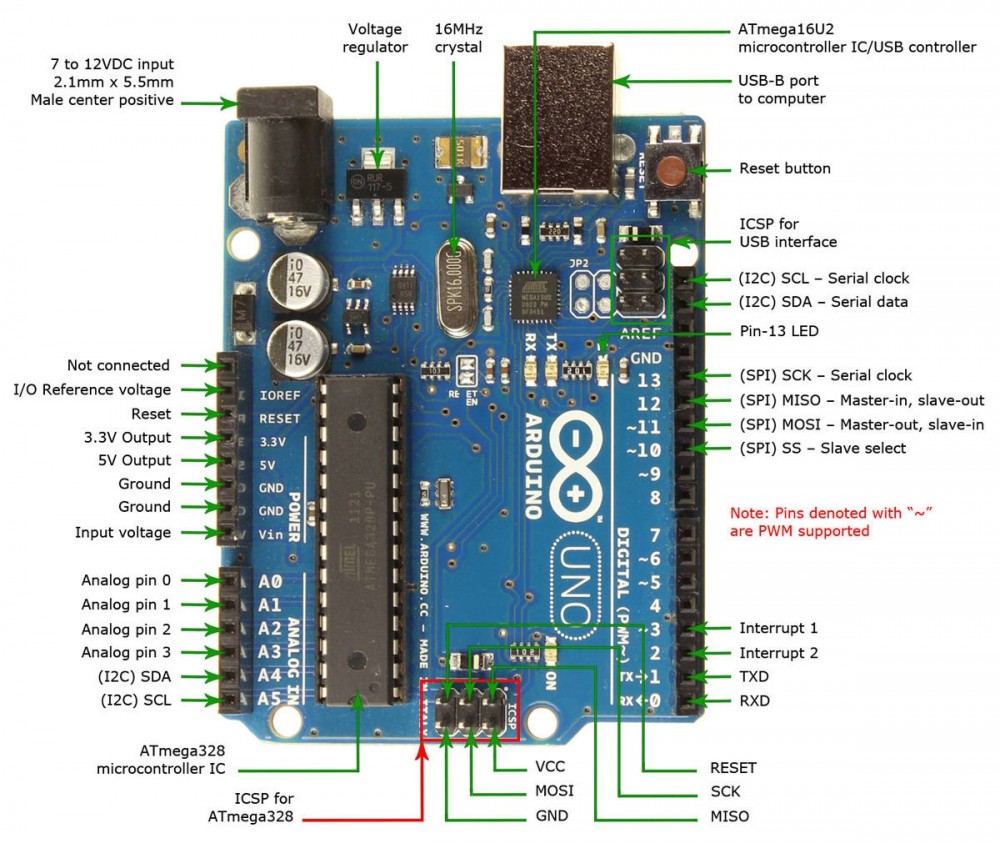


Рис. 6. Arduino UNO и его распиновка

Arduino Uno контроллер построен на ATmega328. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем USB, силовой разъем, разъем ICSP и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB, либо подать питание при помощи адаптера AC/DC или батареи.

Более подробные характеристики Arduino UNO можно увидеть в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика Arduino UNO

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование** | **Значение** |
| Микроконтроллер | ATmega328 |
| Рабочее напряжение, В | 5 |
| Входное напряжение (рекомендуемое), В | 7-12 |
| Входное напряжение (предельное), В | 6-20 |
| Цифровые Входы/Выходы | 14 |
| Аналоговые входы | 6 |
| Постоянный ток через вход/выход, мА | 40 |
| Постоянный ток для вывода 3.3 В, мА | 50 |
| Флеш-память, кБ | 32 |
| ОЗУ, кБ | 2 |
| EEPROM, кБ | 1 |
| Тактовая частота, МГц | 16 |

В качестве управляющего реле было выбрано - L293D (рис. 7).

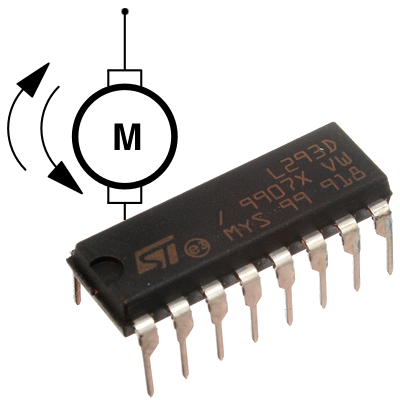


Рис. 7. Управляющее реле L293D

Микросхема L293D — это сборка из четырёх H-полумостов (рис. 8). Это может быть использовано для независимого управления двумя двигателями постоянного тока, с возможностью включения реверса. Также чип может быть использован для контроля одного биполярного шагового двигателя.

Управление осуществляется через транзисторно-транзисторную логику (TTL), а возвратные (flyback) диоды уже встроены в чип. Это означает, что для управления моторами понадобятся лишь сами моторы, L293D и микроконтроллер вроде Arduino.

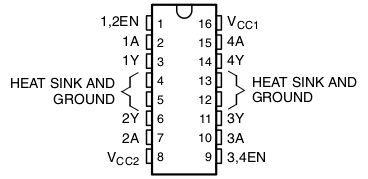


Рис. 8. Распиновка L293D

L293D может выдавать до 600 мА на канал. Если этого недостаточно можно соединить несколько микросхем параллельно и тем самым поднять предельные характеристики.

Более подробные характеристики L293D можно увидеть в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики L293D

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование** | **Значение** |
| Напряжение питания управления, В | 4,5 – 36 |
| Напряжение питания нагрузки, В | 36 |
| Максимальный постоянный ток, мА | 600 |
| Максимальный пиковый ток, мА | 1200 |
| Цифровые Входы/Выходы | 14 |

**1.4 Закупка составляющих**

Также для начала реализации проекта необходимо было закупить основные компоненты, без которых невозможна дальнейшая сборка. Закупленные компоненты и их стоимость приведены в табл. 3.

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование** | **Сумма, руб** |
| Двигатель 42STH47-0406 | 1490 |
| Подшипники |  |
| Хотэнд | 1290 |

**1.5 Сборка конструкции и описание установки**

Сборка представляет собой основу из пластиковой панели, на которую поставлены все элементы. В начале технического процесса бутылка устанавливается на посадочный паз и на направляющую, с помощью двух подшипников осуществляется резка бутылки на ленту шириной 5 мм. Далее лента протягивается в сопло, которое под действием нагревательного элемента становится более пластичнее и через формирующую часть сопла превращается в тонкую пластиковую нить. Далее нить наматывается на катушку, предварительно остужаясь кулером. Наматывание на катушку осуществляется с помощью шагового мотора и зубчатой передачи. Результаты сборки показаны на рис.9.

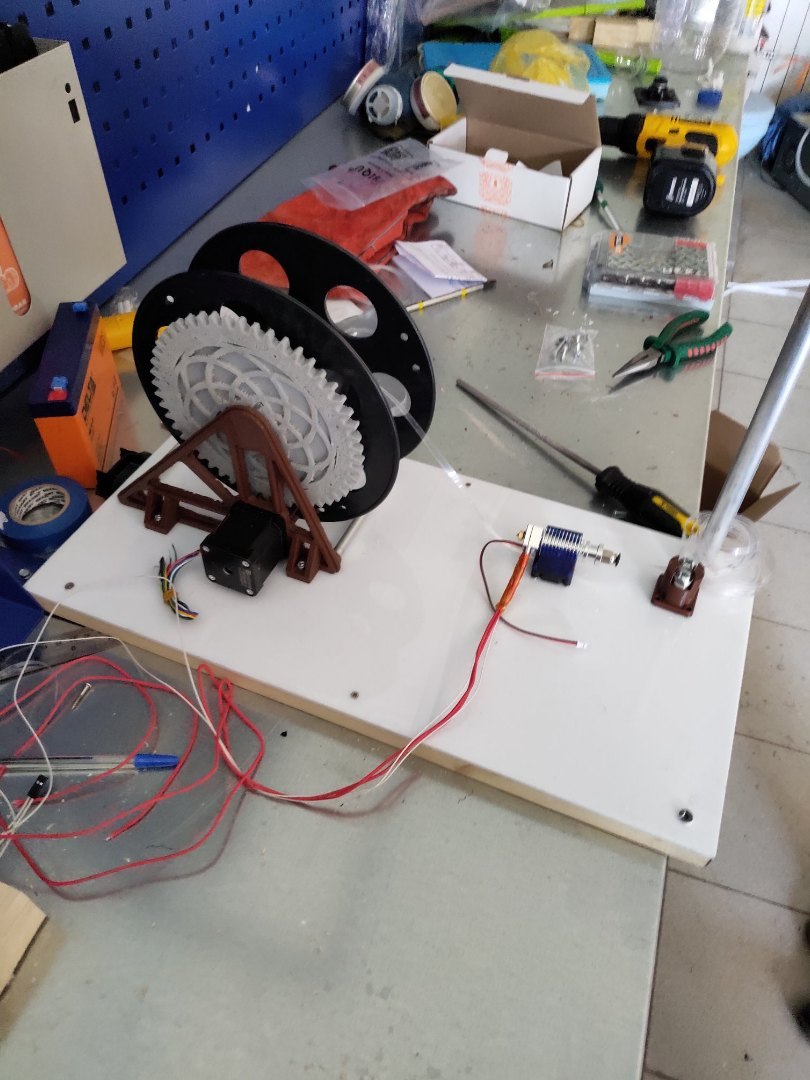


Рис. 9. Результаты предварительной сборки

**Заключение**

В результате работы был создан прототип роботизированного станка для обработки пластиковых бутылок. Как видно выше, работа не требует сильных как экономических затрат, так и физических. Если данные роботизированные станки поступят в производство это позволит быстро и качественно обрабатывать пластик и использовать выходное сырье в качестве материала для 3D принетра.