

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт энергетики и электротехники
(институт)
Кафедра «Промышленная электроника»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «Промышленная электроника»

(подпись) А.А. Шевцов
(И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Капитонов Илья Андреевич

1. Тема Автоматизированный комплекс переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 14.06.2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе
Техническая документация на термопластавтомат МиниТПА-100
Технические требования на расходные материалы для 3D принтеров
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение

1. Состояние вопроса
2. Разработка изготовления нити
3. Проектирование средств автоматизации комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров
4. Разработка структурной схемы комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров
5. Проектирование технологической оснастки для МиниТПА-100
6. Разработка ПО комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров

5.Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Способы получения нити 1 лист А1

Способы вторичной переработки пластика 1 лист А1

Компоновка автоматизированного комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров 3 листа А1

Циклограмма работы комплекса 2 листа А1

Структурная схема системы управления комплексом переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров 1 лист А1

Датчики 1 лист А1

Схема размещения датчиков 1 лист А1

Блок-схема управления комплексом переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров 1 лист А1

Таблица идентификаторов входных и выходных сигналов 1 лист А1

6. Консультанты по разделам Токарев Д.Г.

7. Дата выдачи задания «_____» _____ 20____ г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(И.О. Фамилия)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Разработка автоматизированного комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров: бакалаврская работа по направлению «Управление в технических системах». – Тольятти, ТГУ, Кафедра «Промышленная электроника», 2016. В бакалаврской работе разработан автоматизированный комплекс переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров, предназначенный для переработки изделий из ABS пластика и производства нити для 3D принтера на оборудовании фирмы ООО «Твое дело» – МиниТПА-100 и на сопутствующем программном обеспечении (ПО) SolidWorks 2013. Комплекс для переработки ABS пластика и производства расходных материалов представляет собой устройство для переработки пластика, устройство для расплава пластика и производство нити 3D принтера на базе МиниТПА-100, катушку для намотки лески, микроконтроллер Arduino для автоматизации производства.

Объем бакалаврской работы:

- графический материал – 6 листов;
- пояснительная записка – 57 страниц, 25 рисунков, 6 таблиц, 20 источников.

Содержание

Введение	6
1 Состояние вопроса	8
1.1 Существующие методы изготовления пластмасс.....	8
1.2 Методы получения изделий из пластмассы литьем под давлением.....	10
1.3 Сравнение разных видов ТПА	13
2 Разработка изготовления нити	18
2.1 Формообразующая деталь.....	19
2.2 Пластина для установки формообразующей детали	21
3 Проектирование средств автоматизации комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров.....	24
4 Разработка структурной схемы комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров	32
5 Проектирование технологической оснастки для МиниТПА-100.....	36
5.1 Подставка	36
5.2 Намотка лески на катушку	37
5.3 Энерго-кинематический расчёт намоточного устройства [18]	42
6 Разработка ПО комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров.....	51
Заключение.....	55
Список используемых источников	56

Введение

3D-принтер это такое устройство, которое выводит трехмерные данные. 3D-принтер отличается от остальных принтеров, которые печатают двумерную информацию на бумагу, тем, что выводит трехмерную информацию. Если говорить простым языком, то 3D-принтер создает реальные объекты. В основе создания реальных объектов лежит принцип послойного выращивания модели.

Преимуществами 3D-принтеров являются такие характеристики как высокая скорость, простота использования и вполне небольшая стоимость.

Применение 3D-принтеров находит обширное применение в разных областях. Они в кратчайшие сроки изготавливают прототипы реальных объектов. Работа с реальными прототипами объектов дает возможность до запуска производства оценить характеристики, функциональность и собираемость будущего изделия.

Расходным материалом для 3D-принтера является ABS и PLA пластики.

ABS (акрилонитрилбутадиенстирол) - пластик, который отличается очень хорошим качеством для печати на 3D-принтерах. ABS пластик имеет эластичность, упругость, ударопрочность. Также он имеет неплохую химическую стойкость и не имеет запаха. Под воздействием ацетона, ABS пластик растворяется, что очень хорошо сказывается на обработке изделий из ABS пластика.

PLA (ПЛА-полилактид) – является хорошим расходным материалом для 3D принтера. Этот вид пластика применяется при изготовлении игрушек для детей, посуды и т.д. ПЛА пластик нетоксичен, не имеет запаха и является экологичным пластиком. Но ПЛА пластик более вязкий и не выдерживает ударов. Этот вид пластика подходит для печати тонких изделий.

Как и в любом производстве, иногда случаются ошибки, изделия уже не нужны или их успели сломать и после эти изделия попадают на свалку, просто так потратив расходные материалы. Таких изделий бывает очень много. Неплохо было бы иметь такой аппарат, который перерабатывает эти бракованные изделия и получает новый расходный материал для 3D-принтера.

Таким образом, целью является сконструировать аппарат, который должен перерабатывать бракованные изделия из 3D-принтера и изготавливать новую нить для 3D-принтера.

1 Состояние вопроса

Новым веянием развития является печать трехмерной информации, а если говорить точнее, то создавать вполне реальные физические объекты. Реальные физические объекты создают с помощью 3D-принтеров.

3D-принтер – это устройство для создания реальной объемной физической модели на основе 3D-модели. 3D-принтер создает объекты по принципу выращивания твердой модели, т.е. послойного наложения.

Также 3D-принтеры бывают разных типов. У них разные характеристики, разные способы изготовления реальных объектов с помощью 3D-печати, а также используются различные расходные материалы.

Часто бывает, что изготовленный материал уже не нужен или он получился с дефектом. Такие изделия обычно выкидываются в мусорку, тем самым растрачивая средства на покупку расходного материала 3D-принтера. Чтобы этого избежать, нужен аппарат, который будет перерабатывать все ненужные изделия и брак, и изготавливать из них новую нить для печати на 3D-принтере, тем самым сохраняя средства на покупку новых расходных материалов для 3D-принтера.

1.1 Существующие методы изготовления пластмасс

В данное время есть много способов для изготовления реальных изделий из пластического материала. Оборудования для изготовления изделий из пластмасс множество, отличается это оборудование стоимостью, технологическим процессом, которой может иметь различную степень сложности.

Экструзия

Экструзией называется технология создания реального объекта из полимерных материалов путем проталкивания расплавленного сырья через формообразующее отверстие. Экструзия это самый популярный метод получения пластмассовых объектов, которые применяются на производстве. С помощью экструзии получают

многие виды полимерных материалов, таких как термопласты, реактопласты, эластомеры. Основные процессы на базе экструзии показаны на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Экструзия и технологические процессы на ее базе

При изготовлении изделий используются шнековые, червяные, дисковые экструдеры для пластмасс. Но для лучшего изготовления изделий мало иметь только один экструдер, также нужно использовать дополнительное оборудование, которое составляет экструзионную линию.

Литье под давлением

При изготовлении изделий методом литья под давлением, исходный материал проталкивается в заранее приготовленную пресс-форму, которая была изготовлена специально по форме изделия. Исходный материал, который протолкнули в пресс-форму, застывает линейно, так как застывание около стен пресс-формы происходит быстрее, чем внутри изделия.

При изготовлении изделий расходным материалом являются гранулы термопластавтоматов. Литье под давлением является самым распространенным методом изготовления изделий, так как оно является более простым и имеет большую рентабельность на массовом производстве.

Литье под давлением происходит на специально подготовленном станке, который называется термопластавтомат. Термопластавтомат работает и контролируется специальной электроникой и автоматикой.

Формирование в пресс-формах

Этот вид производства изделий является широко используемым при изготовлении из термо и реактивных пластмасс. На гидравлических прессах под давлением происходит прессование. Пресс-форма разогревается до температуры 130-200⁰С, после чего туда поступает пресс-материал. Температура и давление оказывают влияние на пресс-форму. Она размягчается и наполняется в полость пресс-формы. После некоторого промежутка времени, когда изделие отвердевает, пресс-форма раскрывается и изделие извлекается.

Формирование в штампах

При изготовлении изделий методом формовки, детали держат в штампах под давлением с температурой 40-45⁰С. После детали остужаются для отвердевания и получения нужной формы изделия.

1.2 Методы получения изделий из пластмассы литьем под давлением

Изделия методом литья под давлением происходит на специальном оборудовании – термопластавтоматах (ТПА), которые изготавливают изделия из разного вида пластиков, например АБС, полиэтилен, полипропилен, ПЛА поликарбонат и разных композиционных материалов.

Термопластавтомат – это устройство, которое предназначено для изготовления различных объектов из полимерных расходных материалов посредством литья из разогретых термопластов, подаваемым под большим давлением. Термопласты бывают горизонтальные и вертикальные. Большинство изделий из полимерных

материалов изготавливаются благодаря ТПА. Литье под давлением идеально подходит для массового производства изделий сложной формы, которые требуют большую точность соответствия размерам.

Литье под давлением имеет ряд достоинств:

- 1) огромная производительность;
- 2) большая точность готовых изделий;
- 3) получение изделий, геометрическая форма которых не дает изготавливать на другом оборудовании;
- 4) получение изделий из вспенивающихся пластических материалов;
- 5) маленький объем отходов.

Также изготовление деталей методом литья под давлением отличается более низкой ценой, чем при изготовлении деталей из пластмасс другими методами.

Характеристики термопластов

К характеристикам термопластавтоматов относятся:

- 1) усилие заклипирования – это такое усилие, которое нужно для заклипирования формы объекта. Усилие заклипирования задается площадью литья и расформированием давления в форме для его заполнения под давлением. Данное усилие требует большего усилия, которое получается в форме при литье. Если площадь литья становить больше, то усилие также нужно увеличивать. Усилие заклипирования зависит от технологии литья, технологических свойств и т.д. Оно показывает какой нужен механизм для смыкания термопластов.
- 2) объем впрыска ТПА – главная характеристика при выборе термопластавтомата. Объемы впрыска литьевой машины бывают разных видов - от долей см^3 до десятков дм^3 . В настоящее время литьевые машины имеют различные виды номинальных объемов впрыска.
- 3) расстояние, которое находится между двумя плитами и ход плиты, которая движется. Это расстояние может зависеть от выбора изделий, которые получают отливкой. Самое большое расстояние между плитами и ход плиты, которая движется, задают максимальную высоту формы и детали, получаемую на литьевой машине. Две плиты можно располагать в

достаточно больших пределах. Ход плиты, которая движется, и расстояние между 2-мя плитами взаимосвязаны между собой. Они задают значения, от которых получается конструкция термопластавтомата.

- 4) объемная скорость впрыска материала – задает скорость, при которой пластинчатая пластмасса наполняет форму, то есть гидродинамику и термодинамику процесса литья под давлением. Объемная скорость впрыска является одним из главных характеристик для получения хороших изделий при литье пластмасс.
- 5) давление литья – давление, которое нужно при наполнении формы и литниковой системы. Оно задает, если учитывать во внимание конструкцию формы детали, свойства обрабатываемого пластического материала. Также от давления литья сильно зависит качество получаемых изделий. Давление же само зависит от времени впрыска. Большие давления нужны для литья изделий из тонких стенок. Новые литьевые машины имеют серьезные отличия, которые задаются большим количеством конструкцией форм и разным сочетанием свойств пластмасс.
- 6) площадь литья – это проекция поверхности изделия на плоскости формы. Площадь литья для разных изделий, которые изготавливаются на литьевых машинах с расчетным объемом отливки, также всегда различные. Также число изготавливаемых деталей с расчетным объемом отливки можно сделать часто появляющиеся площади литья. Площадь литья – это один из главных характеристик термопластавтомата. Оно задает усилие, которое нужно при заклипировании форм габаритными размерами плит ТПА. Формы устанавливаются с помощью резьбовых болтов на плиты. Плиты являются очень удобными при установке форм.
- 7) пластикационная способность – это эффективность работы, создающая инжекционный цилиндр по пластинчатой пластмассе. Время, которое требуется для пластикации, задается временем, которое необходимо для остужения изделия в пресс-форме до нужной температуры. Время, которое необходимо для остужения задается характеристиками перерабатываемой

пластмассы. Эффективность работы литьевой машины это объем пластмассы, которое превращается в деталь за промежуток времени.

- 8) быстроходность – задается количеством сухих циклов за небольшой промежуток времени. Быстроходность показывает способность ТПА работать при изготовлении тонкостенных изделий с небольшими циклами. Стадии литьевого цикла являются определяющими в современном производстве.

1.3 Сравнение разных видов ТПА

В данное время есть большое количество типов ТПА. Классификация термопластавтоматов бывает:

1. По расположению узла виды бывают вертикальные и горизонтальные;
2. По видам материала, который используется, бывает для однокомпонентного и многокомпонентного литья;
3. По системам запирания бывают гидравлические и коленчато-рычажные;
4. Приводы бывают электрические, гидравлические и гибридные.

Также существует большое количество производителей термопластавтоматов. Рассмотрим некоторые из них и выберем того производителя, который нам больше всего подходит по характеристикам

1. Термопластавтомат Babyplast 6/10P (рисунок 1.2). Этот термопластавтомат производится в Италии. Babyplast имеет горизонтальное исполнение узла. Он предназначен для изготовления небольших деталей из термопластов. В конструкции этого термопластавтомата используется обычные или горячеканальные пресс-формы. Babyplast для лучшей работы использует гидравлические приводы.



Рисунок 1.2 -ТермопластавтоматBabyplast 6/10P

Расходными материалами термопластавтоматаBabyplast могут быть от PP-PS-PE-ABS-PA до PC-POM-PBT-PPS-PPO-LCP.

2. Мини-термопластавтомат SZS-5 (рисунок 1.3) Этот термопластавтомат производится в Китае. SZS-5 имеет горизонтальное литейное исполнение. ТермопластавтоматSZS-5 является оборудованием для тестирования пластинчатых материалов. Он производит детали в небольшом количестве.



Рисунок 1.3 – Мини-термопласт автомат SZS-5

3. Мини-термопластавтомат JD-MC 20(рисунок 1.4) Страной производителем этого термопластавтомата является Китай. JD-MC 20 является с вертикальным литейным исполнением узла. Он является оборудованием для проверки полимерных материалов. Также как и термопластавтоматSZS-5 он производит детали в небольшом количестве.



Рисунок 1.4 – Мини-термопласт автомат JD-МС 20

4. Термопластавтомат ГШП ВЛМ 150 (рисунок 1.5). Страной производителем этого термопластавтомата является Украина. ГШП ВЛМ 150 имеет вертикальное исполнение узла. Термопластавтомат производит детали для бытового исполнения.



Рисунок 1.5 – Термопластавтомат ГШП ВЛМ 150

5. МиниТПА-100 (рисунок 1.6). Страной производителем МиниТПА-100 является Россия. Термопластавтомат является оборудованием для изготовления изделий под давлением. Он хорошо зарекомендовал себя в

производстве изделий маленьких размеров. МиниТПА имеет азотированную шнековую пару для обработки абсолютно разных термопластов. МиниТПА может работать как в ручном режиме, так и в автоматическом режиме.

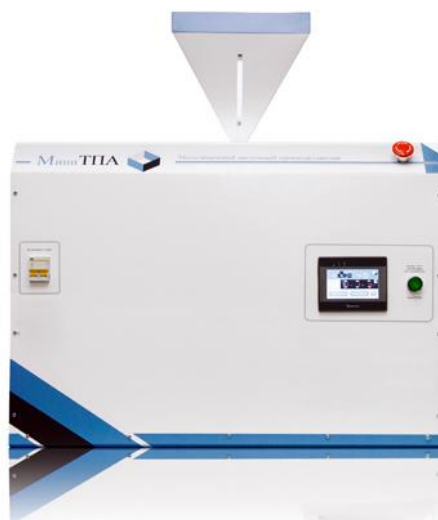


Рисунок 1.6 – МиниТПА-100

Основные характеристики данных производителей термопластавтоматов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Характеристики ТПА

Модель	Давление литья, МПа	Объем впрыска, см³	Наличие автоматического режима	Масса, кг
Термопластавтомат Babyplast 6/10P	80	15	+	125
Горизонтальный мини-термопласт автомат SZS-5	50	5	-	65
Вертикальный мини-термопластавтомат JD-MC 20	150	20	+	150
Термопластавтомат ГПП ВЛМ 150	60	150	-	420
МиниТПА-100	50	100	+	60

Если рассмотреть данные характеристики, то можно увидеть что термопластавтомат МиниТПА-100 имеет автоматический режим, а также данный термопластавтомат имеет больший объем впрыска по сравнению с конкурирующими термопластавтоматами. Также МиниТПА-100 имеет азотированную шнековую пару, что более подходит для производства расходного материала для 3D-принтера. Данные характеристики МиниТПА-100 подходят для оборудования переработки изделий из ABS-пластика и изготовления расходного материала для 3D-принтера.

2 Разработка изготовления нити

Для производства расходного материала 3D-принтера из миниТПА, необходимо преобразовать МиниТПА в оборудование для лески. Для этого необходимо превратить МиниТПА в устройство, называемое экструдер.

Экструдер это устройство, которое превращает гранулы термопластов и вообще любого пластика в жидкую массу, и выдавливает полученную массу через отверстие. Через данное отверстие заполняется формообразующая деталь. В этом случае формообразующей деталью является трубка. Данная трубка изготавливает леску, выбранного диаметра. Во внутренней части экструдера находится шнек, который перемешивает расплавленную, жидкую массу из переработанного пластика или гранул термопластов, и проталкивает всю жидкую массу через отверстие для получения изделия. То есть принцип работы экструдера является таким же, как и в мясорубке, только в качестве мяса используется гранулы термопластов. На рисунке 2.1 изображена типичная схема экструдера для производства лески.

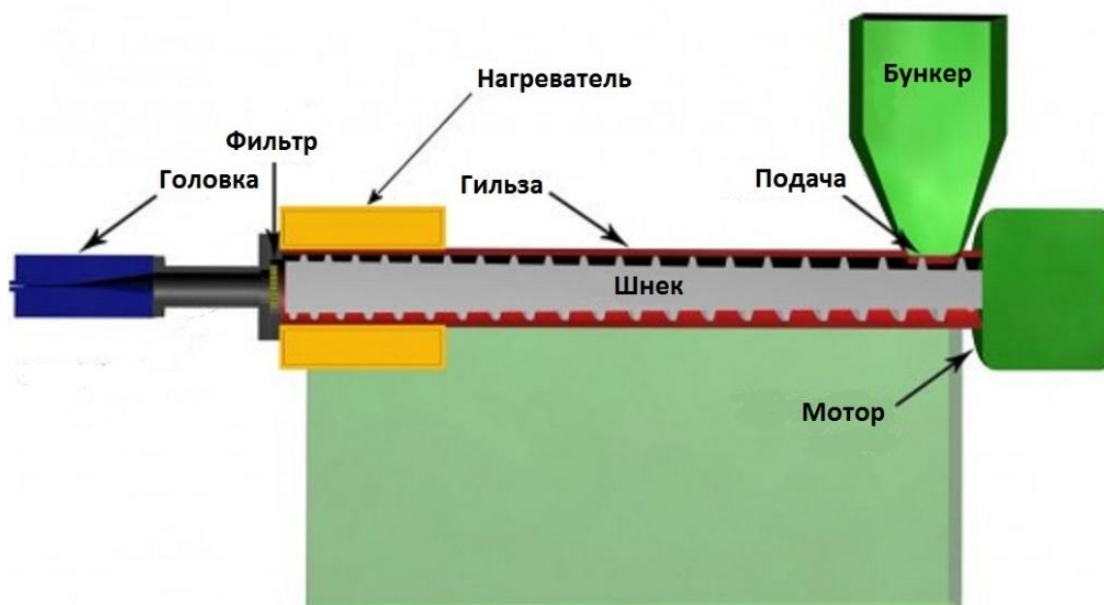


Рисунок 2.1 - Схема экструдера

Как видно из схемы в состав экструдера входят:

- 1) двигатель, который вращает шнек;

- 2) шнек, который проталкивает расплавленные гранулы термопластов в формообразующую деталь;
- 3) бункер для подачи расходного материала или гранул термопластов;
- 4) гильза, в которой вращается шнек;
- 5) нагреватель, для разогрева расходного материала или гранул термопластов;
- 6) фильтр;
- 7) головка, т.е. формообразующая деталь для производства лески.

Для того чтобы переоборудовать МиниТПА в оборудование для производства расходного материала 3D-принтера, не нужно выбирать и рассчитывать нужный двигатель, выбирать шнек, устройство для разогрева материала и т.д. Все эти устройства уже присутствуют в МиниТПА. В термопластавтомате МиниТПА можно регулировать температуру, т.е. задавать температуру оператору. Это дает положительное влияние при разных видах переработанного пластика. Для того чтобы переоборудовать термопластавтомат МиниТПА в устройство для производства расходного материала 3D-принтера, нужно лишь спроектировать и изготовить пресс-форму, с помощью которой должна изготавливаться расходный материал для 3D-принтера нужного диаметра.

2.1 Формообразующая деталь

Для получения расходного материала 3D-принтера, нужно спроектировать и изготовить формообразующую деталь, с помощью которой будет изготавливаться леска нужного диаметра для расходного материала 3D-принтера. Диаметр изготовленной лески должна быть 1.75 мм. Для изготовления лески нужно спроектировать конусообразную трубку. Выходящая трубка МиниТПА, из которого выходит расплавленный расходный материал, имеет диаметр 6 мм. Т.е. формообразующая деталь должна иметь вход в миниТПА с диаметром 6 мм. Длина формообразующей детали должна быть выбрана с расчетом, чтоб полученная расплавленная пластинчатая масса из ABS-пластика не закупоривала выход

изформообразующей детали, для выхода расходного материала. В данном случае была выбрана трубка длиной в 150мм. Данная конусообразная трубка имеет толщину, которая обеспечивает небольшое охлаждение выходящего материала. Толщина конусообразной части выбрана в 3 мм. После конусообразной части формообразующей детали должна проходить цилиндрическая часть детали, диаметром 1.75мм. Толщина цилиндрической части также выбрана в 3 мм. Данная цилиндрическая часть строиться для того чтобы полученная леска приняла нужную форму, а также для небольшого охлаждения. Длину этой цилиндрической части было решено взять длиной в 20мм. На рисунке 2.2 показана формообразующая деталь для изготовления расходного материала 3D-принтера.

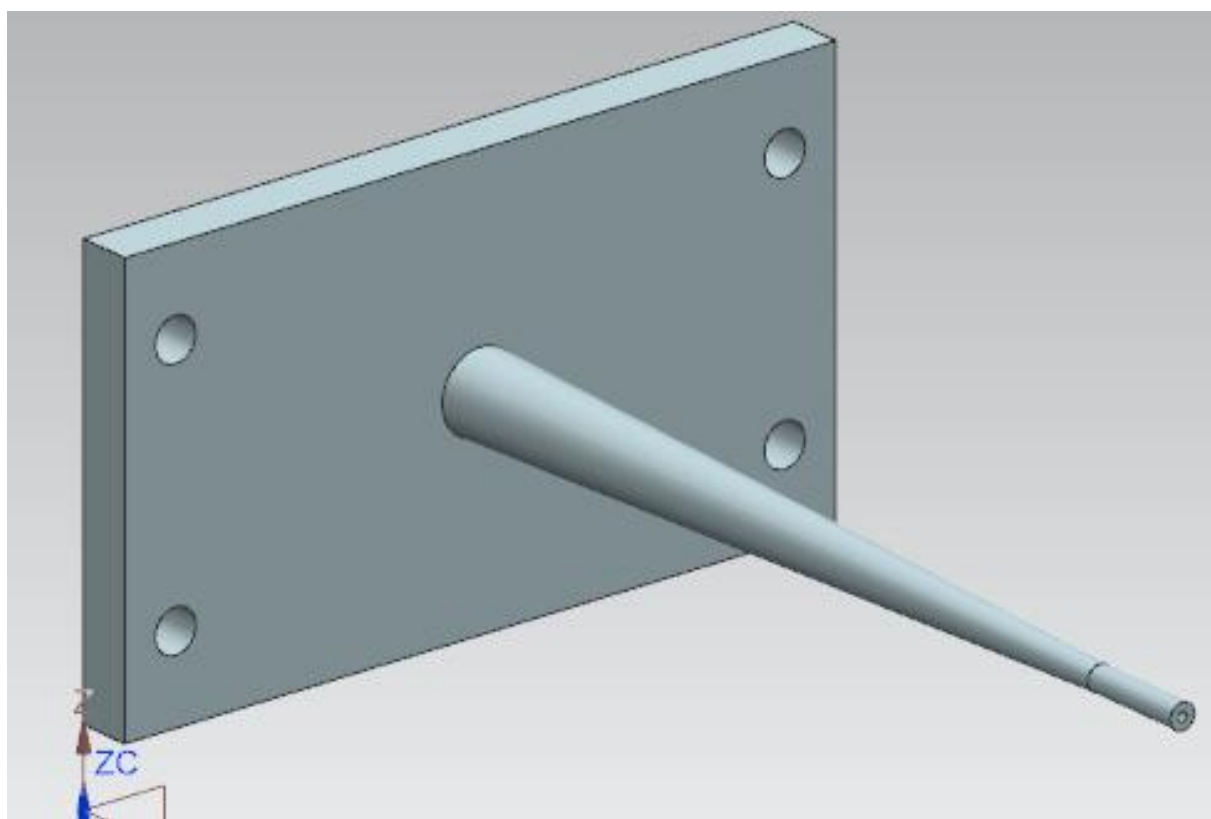


Рисунок 2.2 - Формообразующая деталь

Размеры формообразующей детали показаны на рисунке 2.3.

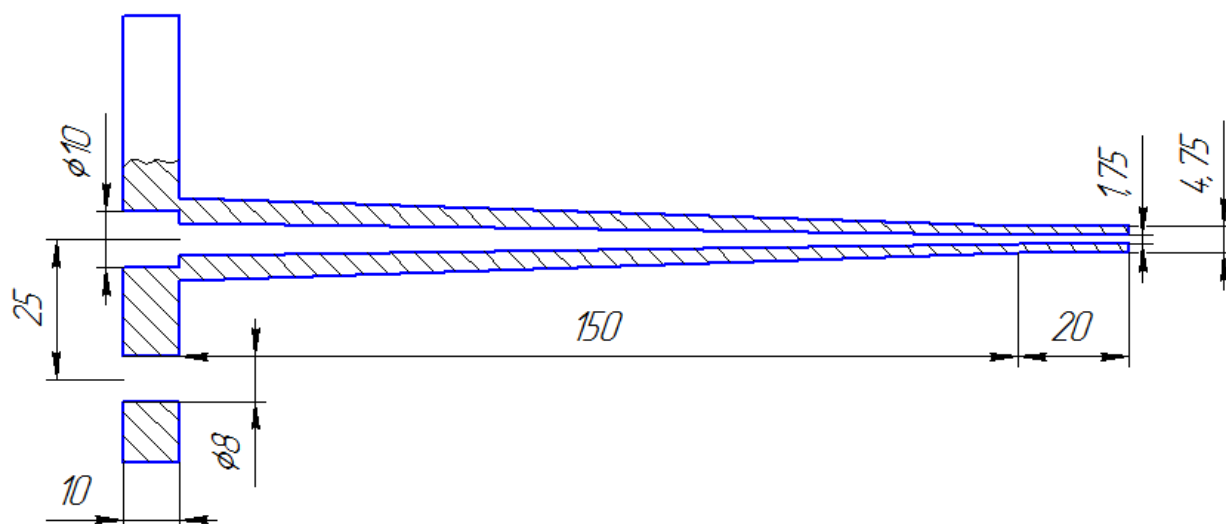


Рисунок 2.3 –Размеры формообразующей детали

2.2 Пластина для установки формообразующей детали

Полученная формообразующая деталь не может устанавливаться напрямую к МиниТПА. Для установки полученной формообразующей детали, изготавливается пластина для установки этой формообразующей детали. Данная пластина должна иметь толщину не менее чем в 10мм. В нужных местах на рамке проделывается резьба М6, по две резьбы на сторону для ФОД в установленных местах. Данная пластина имеет в себе несколько отверстий для установки формообразующей детали. Также требуется принять во внимание отверстие для сопла, согласно установленному чертежу. Данная пластина устанавливается непосредственно к термопластавтомату МиниТПА. Пластина устанавливается с помощью болтовых соединений на штатные места термопластавтомата. К данной пластине формообразующая деталь также устанавливается с помощью болтовых соединений. Спроектированная пластина для установки формообразующей детали показана на рисунке 2.4.

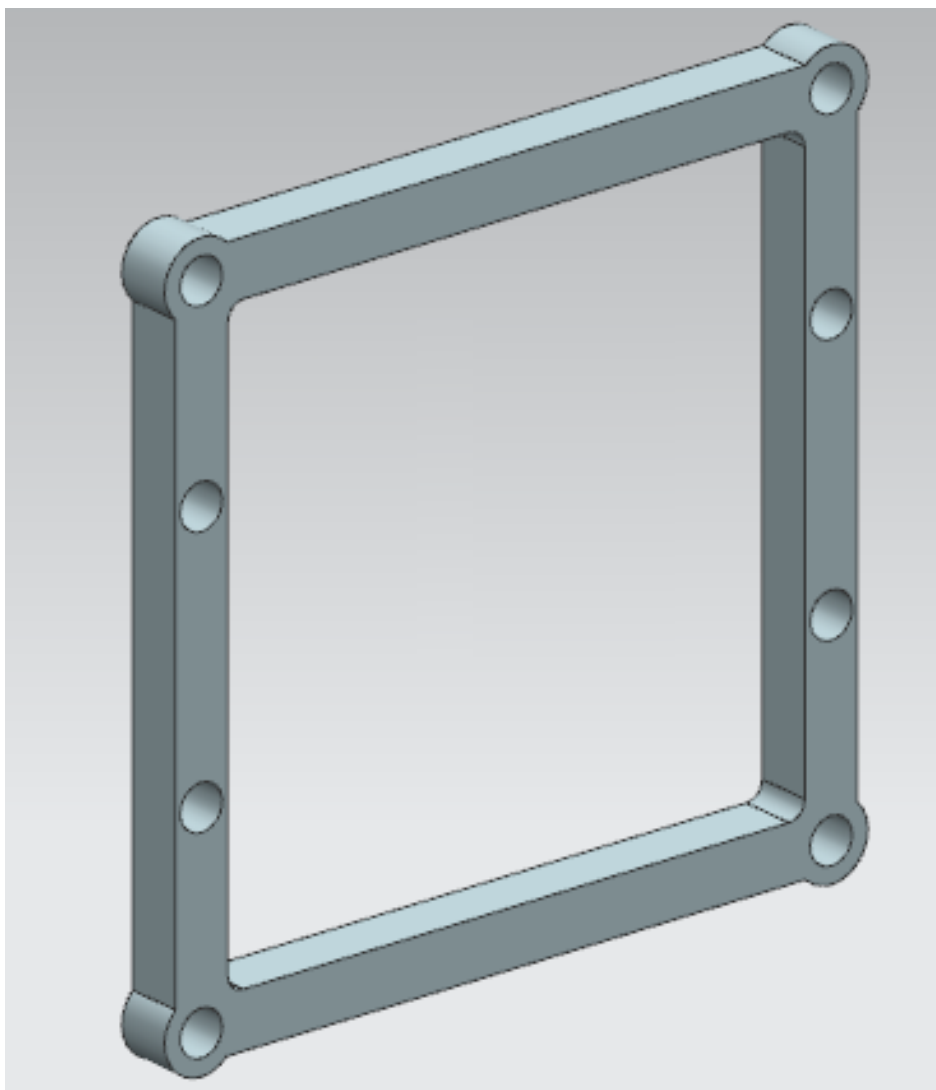


Рисунок 2.4- Пластина для установки формообразующей детали

Размеры пластины для установки формообразующей детали приведены на рисунке 2.5.

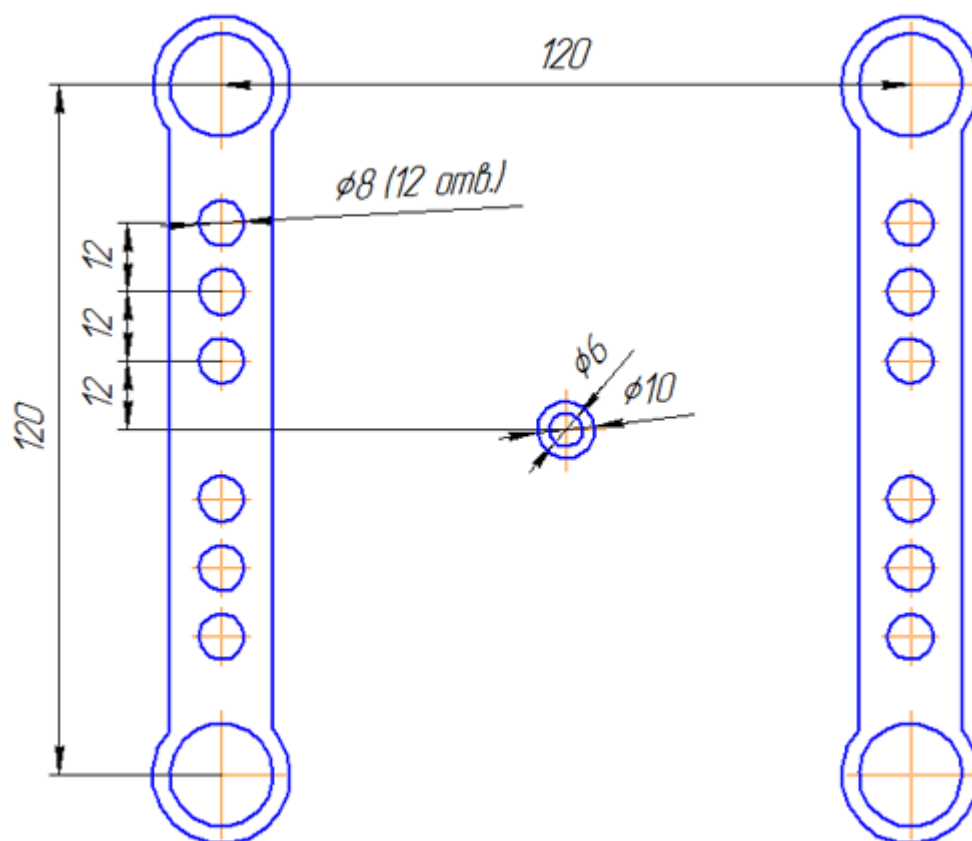


Рисунок 2.5- Присоединительные размеры для установки формообразующей детали

3 Проектирование средств автоматизации комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров

Комплекс переработки и изготовления расходных материалов для 3D-принтера должен изготавливать материалы в автоматизированном режиме, при минимальном участии человека. Для этого в комплекс переработки и изготовления расходных материалов установлен недорогой и простой микроконтроллер Arduino MEGA. Для автоматизации комплекса переработки материалов и производства расходных материалов для 3D-принтера нужно установить несколько датчиков. Для реализации этого были выбраны ИК-приемник. ИК-приемник имеет свойство, которое дает датчику игнорировать большое количество ненужных световых шумов, например, от ламп освещения и солнца, так как ИК-приемник принимает только инфракрасный сигнал. Сигнал ИК-приемник будет принимать с ИК-диода, который устанавливается в пульты управления рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – ИК-приемник TSAL6200

ИК-диод устанавливается напротив ИК-приемника. В качестве ИК-приемника был выбран приемник TSOP34836 рисунок 3.2.



Рисунок 3.2 - ИК-приемник TSOP34836

Распиновка выводов приемника выглядит следующим образом:

Vout – выход приемника.

GND – «земля», общий провод.

Vcc – питание.

Схема подключения ИК-приемника TSOP34838 к Arduino изображена на рисунке 3.3.

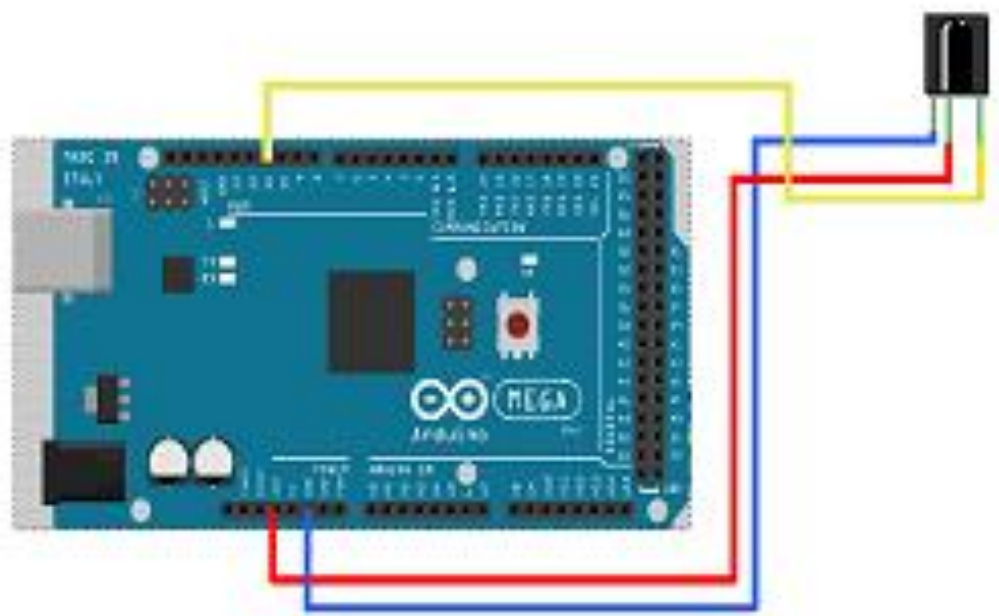


Рисунок 3.3—Схема подключенияИК-приемника к микроконтроллеру Arduino

Инфракрасный диодTSAL6200 устанавливается напротив ИК-приемника. Он также подключен к Arduinoи постоянно устанавливается во включенном состоянии. Между диодом и Arduinoустанавливается резистор на 100-400 Ом для ограничения тока. Схема подключения инфракрасного диода инфракрасного приемника показана на рисунке 3.4.

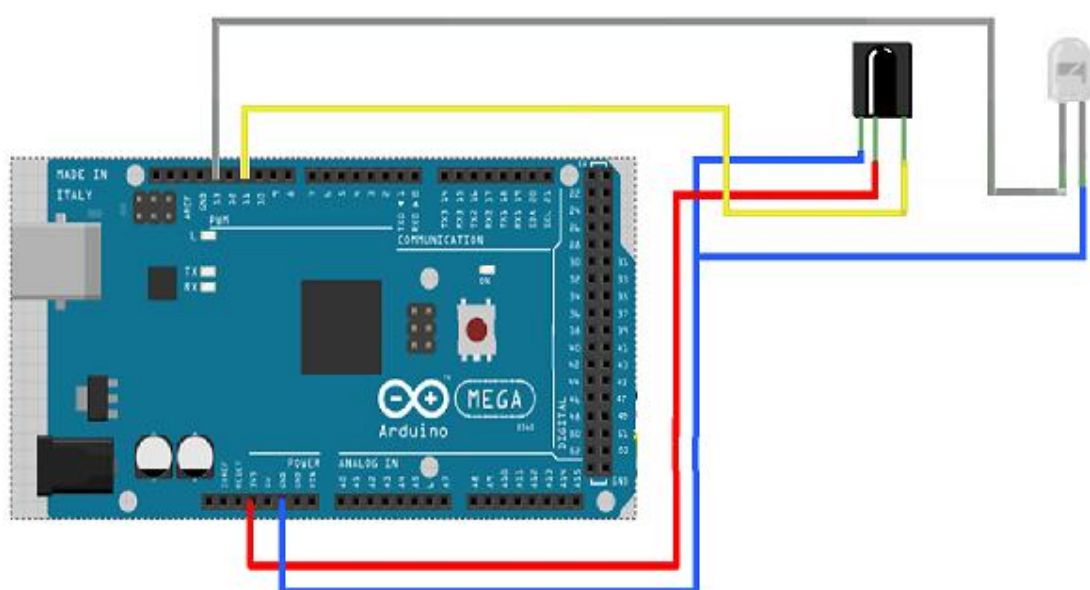


Рисунок 3.4- Схема подключения ИК-диода и ИК-приемника

ИК-диод находится во включенном состоянии. Когда в контейнере есть материал, то связи между ИК-приемником и ИК-диодом нет. Как только расходный материал в контейнере заканчивается, то появляется связь между ИК-диодом и ИК-приемником. Как только появляется связь, то на микроконтроллер Arduino подается сигнал. В свою очередь Arduino подает сигнал на реле, которое отключает работу оборудования.

Для автоматизации всего комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D-принтера устанавливается 3 такие схемы подключения.

Первая схема подключения устанавливается на выходе дробильного аппарата. Она стоит в контейнере материала, который переработался и вышел из дробилки. Как только в контейнере материал, который нужно переработать заканчивается, то из дробильного аппарата перестает выходить переработанный материал. Переработанный материал заканчивается и появляется связь между ИК-приемником и ИК-диодом. Вследствие чего микроконтроллер подает сигнал на реле, которое в свою очередь отключает дробильный аппарат.

Вторая схема подключения устанавливается на выходе получения расходного материала 3D-принтера. Как только заканчивается получение расходного материала 3D-принтера из МиниТПА, то появляется связь между ИК-диод и ИК-приемником, от которого подается сигнал на микроконтроллер Arduino. Микроконтроллер же в свою очередь подает сигнал на реле, которое отключает МиниТПА.

Третья схема подключения устанавливается перед катушкой, которая наматывает расходный материал 3D-принтера. Как только заканчивается получение расходного материала, то также появляется связь между ИК-приемником и ИК-диодом. Подается сигнал на arduino, которой отключает двигатель намотки лески.

Все эти используемые датчики подключаются к одному микроконтроллеру Arduino и работают взаимосвязано друг с другом. Для того чтобы ардуино отключало наши приборы используется реле. В качестве реле используется четырех канальный модуль реле 5V для Arduino PIC ARM AVR рисунок 3.5.

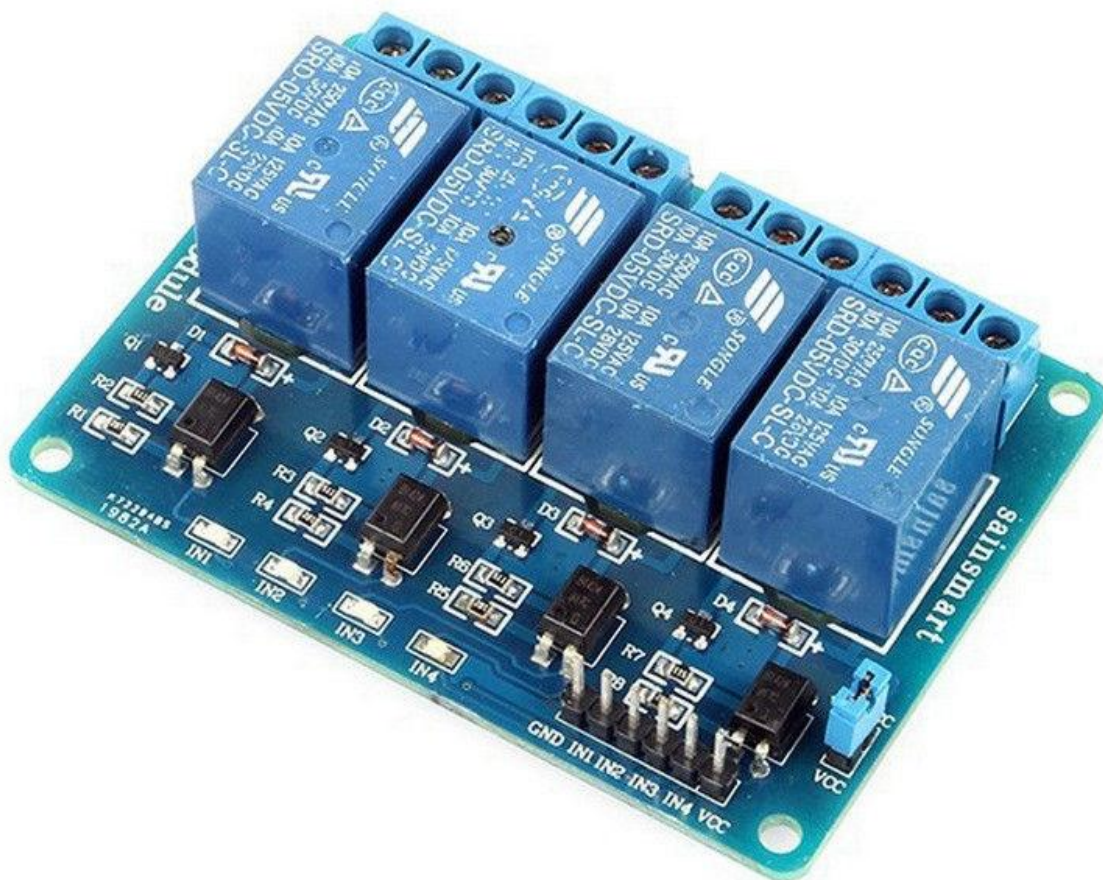


Рисунок 3.5 - Четырехканальный модуль реле 5V для Arduino PIC ARM AVR

Этот модуль используется для управления большим количеством разного оборудования с большим входным током. Для того чтобы использовать такой модуль нужно к нему подключить устройство, которое будет управлять им. В данном случае в качестве такого устройства используется микроконтроллер Arduino. К выводу Vcc релейного модуля подключается питание в 5 вольт с Arduino. К выводу GND подключается вывод GNDc Arduino. К выводам IN1-IN4 модуля, которые являются управляющими, подключаются выводы с микроконтроллера, с которых должен подаваться сигнал на управление реле. В случае, когда на управляющих выводах присутствует сигнал, то на релейном модуле включаются светодиоды D1-D4, которые соответствуют выводам. Эти светодиоды

информирующе том, какое реле в данный момент стоятво включённом состоянии, а какие в отключенном. Характеристики релейного модуля представлены ниже:

- 1) рабочий ток одного реле: 15 – 20мА;
- 2) управляющее напряжение реле: 5В;
- 3) релевысокоготока: SRD-05VDC-SL-C AC250V 10A, AC125V 10A, DC30V 10A, DC28V 10A;
- 4) светодиодная индикация состояния каждого реле;
- 5) светодиодная индикация состояния каждого управляющего вывода;
- 6) стандартный интерфейс, через который можно управлять релейным модулем с помощью контроллеров Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic или от компьютера;
- 7) размеры: 76 x 55 x 19 мм;
- 8) вес: 85 г.

Схема подключения четырех канального модуля реле комплексу переработки ABSпластики и изготовления расходных материалов показана на рисунке 3.6.

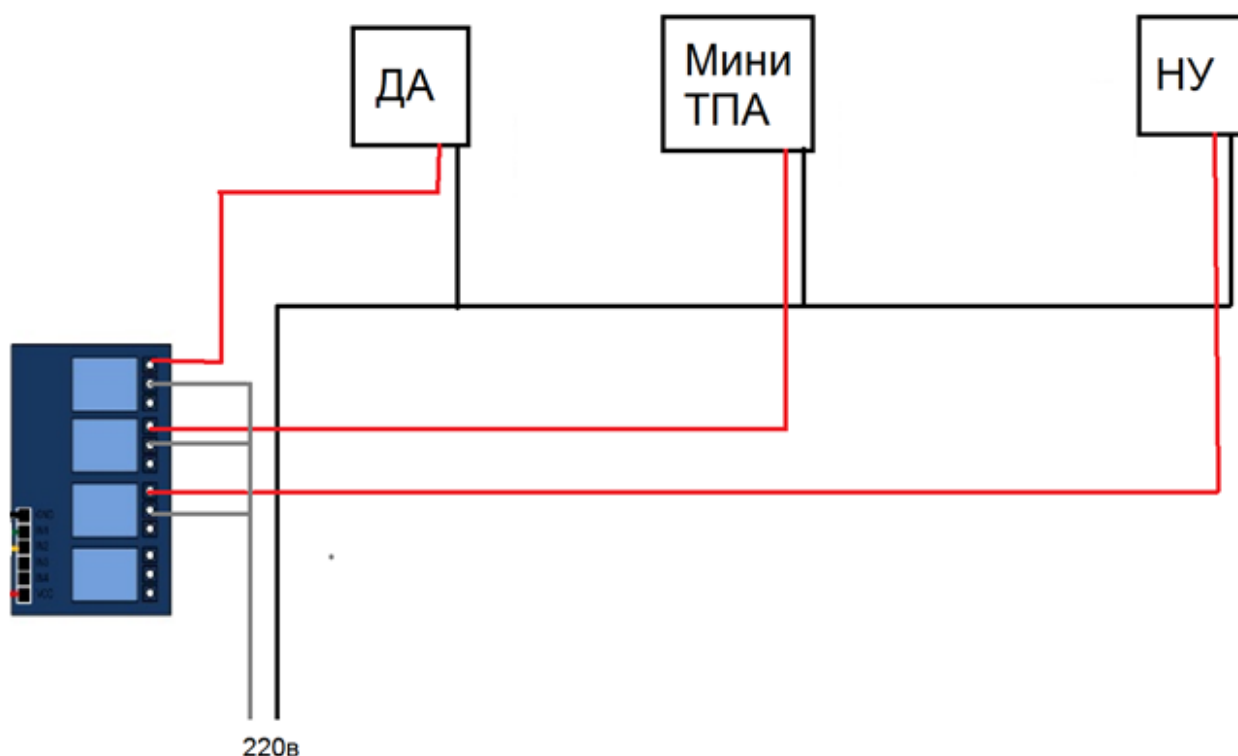


Рисунок 3.6 Схема подключения 4-х канального модуля реле к комплексу

Первая пара контактов с 220 вольт подключаются к реле. От реле контакты идут к оборудованию, а именно к дробильному аппарату (ДА), к миниТПА и к намоточному устройству (НУ). Вторые контакты с 220 вольт подключаются сразу к дробильному аппарату, миниТПА и намоточному устройству.

Подключение всего оборудования, микроконтроллера и четырехканального реле изображено на рисунке 3.7.

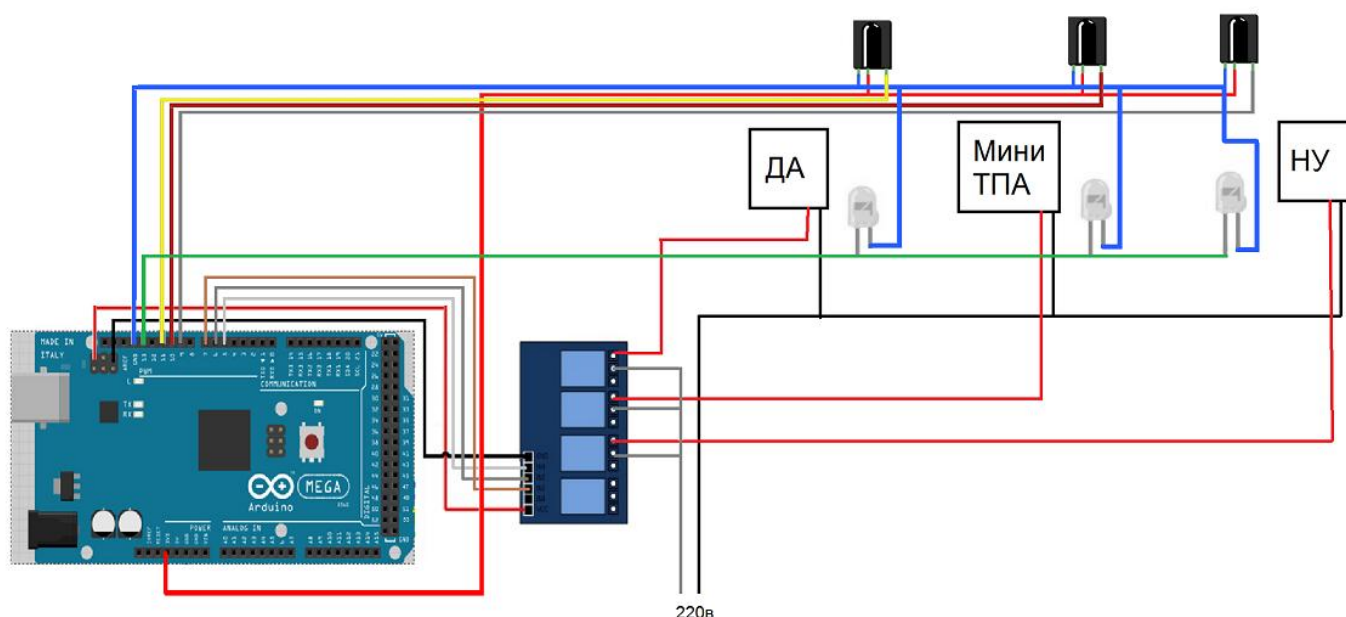


Рисунок 3.7 Подключение всего оборудования, микроконтроллера, реле

Четырех канальный модуль реле подключается к микроконтроллеру Arduino. К выводу Vcc релейного модуля подключается питание с arduino. К выводу GND подключается вывод GNDc Arduino. Вывод IN1 четырехканального реле подключается к выводу 5 на Arduino. Вывод IN2 подключается к выводу 6 на Arduino. Вывод IN3 подключается к выводу 7 на Arduino. Датчики ИК-приемников подключаются к Arduino. Контакты VCC подключается к напряжению на Arduino 3v. Контакты GND подключаются к выводу GND на Arduino. Контакт Vout первого датчика ИК-приемника подключается к 9 выводу на Arduino. Контакт Vout второго датчика ИК-приемника подключается к 10 выводу на Arduino. Контакт Vout третьего

датчика ИК-приемника подключается к 11 выводу на Arduino. Положительные контакты ИК-диода подключаются к 13 выводу на Arduino. Отрицательные контакты подключаются к выводу GND на Arduino.

4 Разработка структурной схемы комплекса изготовления расходных материалов для 3D принтеров

Структурная схема комплекса изготовления расходных материалов для 3D-принтера на основе микроконтроллера Arduino показана на рисунке 4.1.

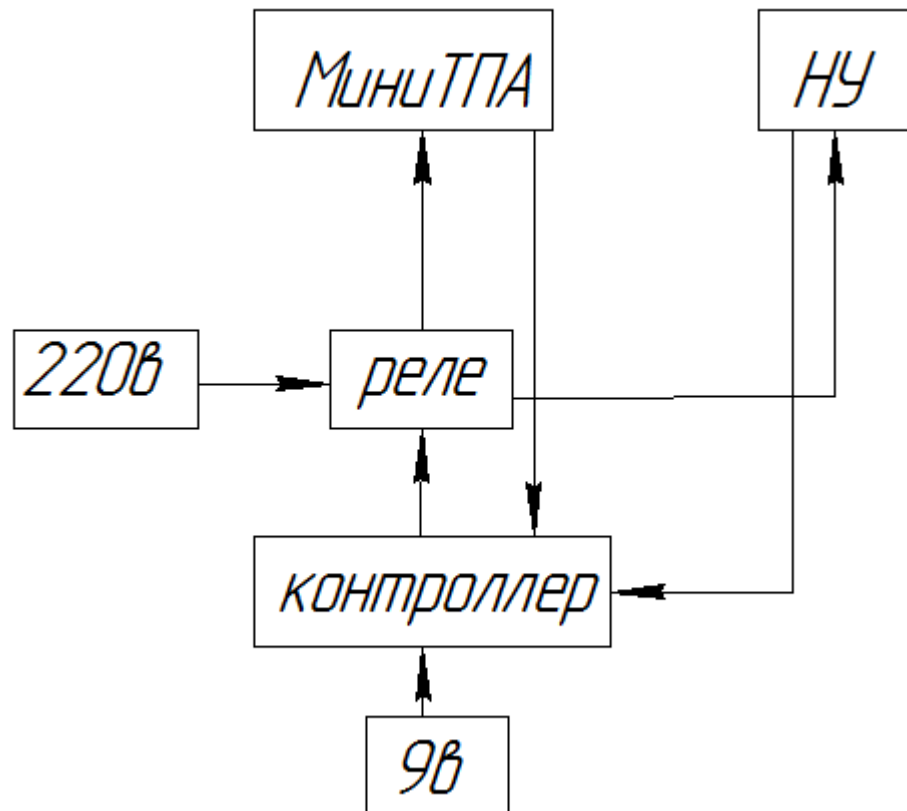


Рисунок 4.1 - Структурная схема комплекса изготовления расходных материалов для 3D-принтера на основе микроконтроллера Arduino

В структурную схему комплекса изготовления расходных материалов для 3D-принтера на основе микроконтроллера Arduino входит:

- 1) питание контроллера на 9 вольт;
- 2) микроконтроллер Arduino;
- 3) четырех канальный модуль реле;
- 4) питание всего комплекса на 220 вольт, которое проходит через реле;
- 5) МиниТПА;
- 6) намоточное устройство.

Микроконтроллер *Arduinomega* - построен на микроконтроллере *ATmega2560*. Данная платформа микроконтроллера содержит 54 входа и выхода для цифрового сигнала. Из этих 54 входов, 14 входов могут также использовать как выходы ШИМ, 16 входов и выходов для аналогового сигнала. Микроконтроллер содержит последовательный порт *UART*, кварцевый генератор на 16 МГц, разъем *USB*, который также используется для прошивки и питания микроконтроллера, силовой разъем, разъем *ICSP* и кнопку, которая перезагружает микроконтроллер. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля *USB* или подать питание при помощи адаптера *AC/DC*, или аккумуляторной батареей. *ArduinoMega 2560* работает также со всеми платами, которые имеет расширения, разработанные для платформ *Duemilanove* или *Diecimila*. Рабочее напряжение микроконтроллера 5 вольт. Рекомендуется использовать напряжение в пределах 7-12 вольт. Если использовать напряжение ниже 7 вольт, то выход *arduino* 5v может выдавать напряжение менее 5 вольт. От этого вся платформа будет работать нестабильно. Если устанавливать напряжение, которое будет более 12 вольт, то микроконтроллер может перегреться и испортить плату. Микроконтроллер имеет флеш-память объемом 256кб, при этом 8кб используется загрузчиком. Оперативная память имеет объем 8кб. Энергонезависимая память имеет объем 4кб. Тактовая частота 16 MHz.

Четырех канальный модуль реле для *arduino* используется для управления устройствами с большим входным током. Управление релейным модулем происходит от *arduino*. Для управления 4 релейными блоками используется 4 входа *IN1-IN4* на релейном модуле. Эти входы подключаются ко входам на *arduino* которых происходит управление. Для питания релейным модулем используется напряжение с микроконтроллера, которое равно 5 вольтам. Для того чтобы понять какие из блоков реле находятся во включенном состоянии используются 4 красных светодиода, которые подключены к каждому реле. Для того чтобы подключить приборы, которыми нужно будет управлять, на плате релейного модуля имеется 12 контактов-зажимов. На каждое реле отводиться по 3 контакта. Обозначение контактов слева направо *NO, COM, NC*. Рабочий ток каждого реле

находится в пределах 15-20мА. Напряжение, которым управляется каждое реле, равное 5 вольтам. Размеры релейного модуля 76 x 55 x 19 мм.

МиниТПА-100 – это небольшой в размерах термопласт-автомат. МиниТПА является настольным станком для литья изделий из пластмассы. Термопласт автомат идеально подходит небольших деталей, литья в многоместные формы, для литья деталей, вес которых 100 грамм и более. МиниТПА присутствует азотированная шнековая пара, которая перерабатывает любые гранулы термопластов. МиниТПА-100 имеет самую большую производительность среди всех минитермопластов. СтанокМиниТПА также может идти в комплекте как с рабочим столом для литья в ручном режиме, так и с узлом смыкания при котором происходит литье в полностью автоматическом режиме.В нашем случае нам никакие узлы смыкания не нужны. Всего лишь изготавливается формообразующая деталь для производства расходного материала 3D-принтера.МиниТПА использует однофазную сеть в 220 вольт. В МиниТПА установлен трехфазный асинхронный двигатель мощностью в 1.5 кВт. Двигатель имеет схему плавного пуска и защиту от перегрузок. МиниТПА имеет объем впрыска в 100 см³. Нагрев гранул термопластов происходит с помощью четырех контуров пропорционально-интегрально-дифференциального регулирования.Объем бункера для гранул термопластов составляет 5 литров. Давление впрыска равно 50 Мпа.

Намоточное устройство – это устройство, которое предназначено для непрерывной намотки полученной лески для печати на 3D-принтере на катушку в составе экструзивной линии. Он подключается к двигателю с помощью открытой передачи с коническими зубчатыми колесами и передача с цилиндрическими зубчатыми колесами. Они устанавливаются для уменьшения скорости вращения катушки от двигателя.Мощность на выходном валу равна 0.5 кВт. Частота вращения выходного вала равна 50 об/мин.Привод в намоточном устройстве реверсивный. Нагрузка на двигатель постоянная. Для намоточного устройства устанавливается двигатель марки 4А 63В2. Мощность электродвигателя составляет 0,55 кВт. Крутящий момент в двигателе 700 об/мин.

Автоматизированный комплекс переработки abs пластика и изготовления расходных материалов для 3D-принтера работает в установленном порядке. На микроконтроллер подается напряжения, которое питает микроконтроллер. Данное напряжение равно 9 вольтам. Как только микроконтроллер включается, от него подаются сигналы на релейный модуль. Данные сигналы включают блоки реле. Блоки реле питаются от обычной сети в 220 вольт. От блоков реле идет питание на термопластавтомат МиниТПА-100 и намоточное устройство. После термопластавтомата стоит датчик, который в случае окончания изготовления расходного материала, подает сигнал на микроконтроллер *arduino*. Данный датчик состоит из ИК-приемника и ИК-диода. В свою очередь микроконтроллер, получив сигнал от ИК-приемника, подает сигнал в релейный модуль. Релейный модуль, получив сигнал с микроконтроллера, отключает от сети термопластавтомат.

Микроконтроллер также подает сигнал на релейный модуль для и включения и отключения намоточного устройства. От релейного модуля идет на намоточное устройство питание в 220 в. Перед катушкой также устанавливается ИК-приемник и ИК-диод. Как только к катушке приблизиться конец вытянутой лески, от ИК диода появляется сигнал на ИК-приемнике. Данный сигнал идет на микроконтроллер, который в свою очередь подает сигнал на релейный модуль. Релейный модуль, получив сигнал от микроконтроллера, отключает намоточное устройство.

5 Проектирование технологической оснастки для МиниТПА-100

Для правильной работы комплекса переработки abs пластика и изготовления расходных материалов для 3D-принтера, требуется спроектировать правильную технологическую оснастку. После получения расходного материала для 3D-принтера, он должен охладиться до температуры, при которой он перестает тянуться и рваться. Для этого на выходе оборудования получения лески, устанавливается кулер охлаждения. Для охлаждения до данной температуры достаточно взять кулер охлаждения блока питания персонального компьютера. Для того, чтобы установить данный кулер на выходе получения лески, требуется спроектировать и изготовить подставку. Также полученный расходный материал требуется правильно сложить. Для этого требуется спроектировать и установить намоточное устройство, которое должно укладывать в катушку полученный расходный материал для принтера. Данное намоточное устройство также устанавливается на подставку. То есть подставка проектируется с тем расчетом, чтобы на ней можно было установить кулер охлаждения полученной лески и намоточное устройство. Длина данной подставки должны быть выбрана с учетом вытягивания лески, с последующим охлаждением до комнатной температуры.

5.1 Подставка

После выхода лески из формообразующей детали, она должна охладиться. Для этого на выходе лески мы ставим вентилятор охлаждения. Для удобного расположения вентилятора охлаждения нужно изготовить подставку под этот вентилятор. Так же эта подставка будет содержать на себе катушку для намотки полученной лески. Эта подставка устанавливается на тех же самых отверстиях, что и пластина для крепления формообразующей детали. Подставка для установки вентилятора охлаждения и катушки для намотки лески изображена на рисунке 5.1.

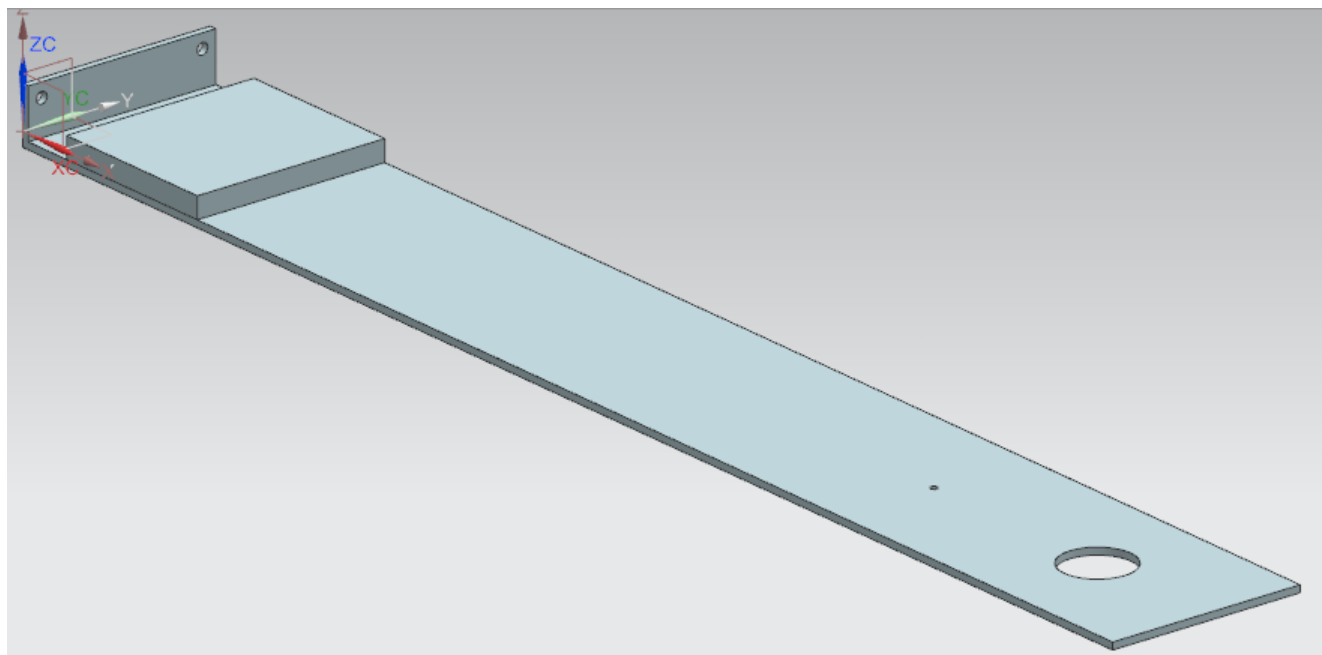


Рисунок 5.1 - Подставка

5.2 Намотка лески на катушку

Намотка лески должна происходить на катушку. Катушка устанавливаться на насадку для установки катушки. Эта насадка соединяется с двигателем через коническую передачу. Также устанавливается цилиндрическая передача для уменьшения количества оборотов катушки. Двигатель должен крутиться с такой скоростью, чтобы леска была в постоянном натяжении. Чтобы леска не оборвалась при натяжении, нужно использовать ограничитель оборотов. При слишком большом натяжении нити, происходит проворот катушки. Такой же принцип действует на шурупвертах. Для того чтобы шуруп не зашел слишком сильно в материал, в шурупверт устанавливают ограничитель, который называется трещетка, и при слишком большом сопротивлении, двигатель начинает крутиться вхолостую. Для того чтобы не изобретать такой ограничитель, было решено использовать трещетку из шурупверта. Крепление для установки катушки показано на рисунке 5.2.

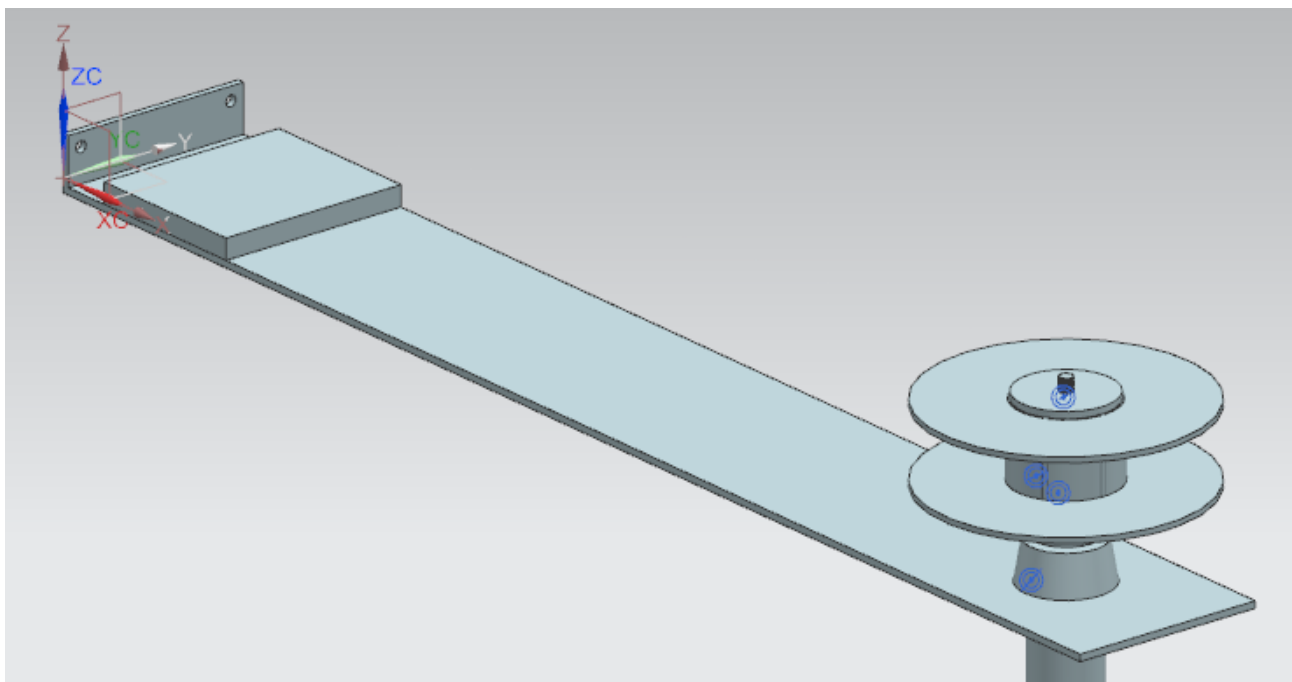


Рисунок 5.2 - Крепление катушки на подставке для намотки лески

Также чтоб леска не запутывалась в катушке нужно поставить устройство, которое будет аккуратно наматывать её на катушку, т.е. будет наматывать ее снизу вверх и сверху вниз. Для этого нужно установить в комплекс для намотки лески, кулачковый механизм, который будет подымать и отпускать шпульку. В эту шпульку будет продета наша полученная леска для 3D-принтера. С помощью кулачкового механизма, леска будет то подниматься, то опускаться с равной скоростью. Для того чтобы кулачковый механизм крутился с нужной нам скоростью вращения, устанавливается цилиндрическая передача. Также для того чтобы соединить зубчатую цилиндрическую передачу с осью вращения намотки катушки, используется червячная передача. Также червячная передача уменьшает скорость вращения кулачкового механизма. Червячная передача показана на рисунке 5.3.

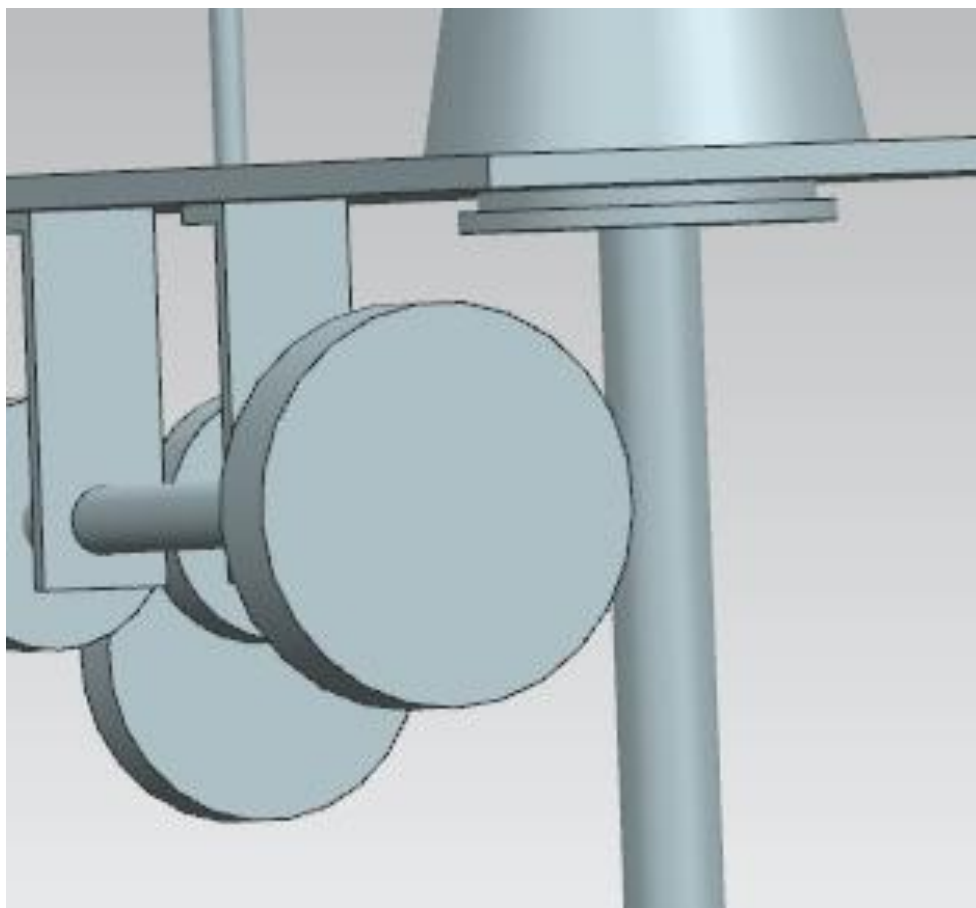


Рисунок 5.3 - Червячная передача привода намоточного устройства

Цилиндрическая передача и кулачковый механизм намоточного устройства изображены на рисунке 5.4.

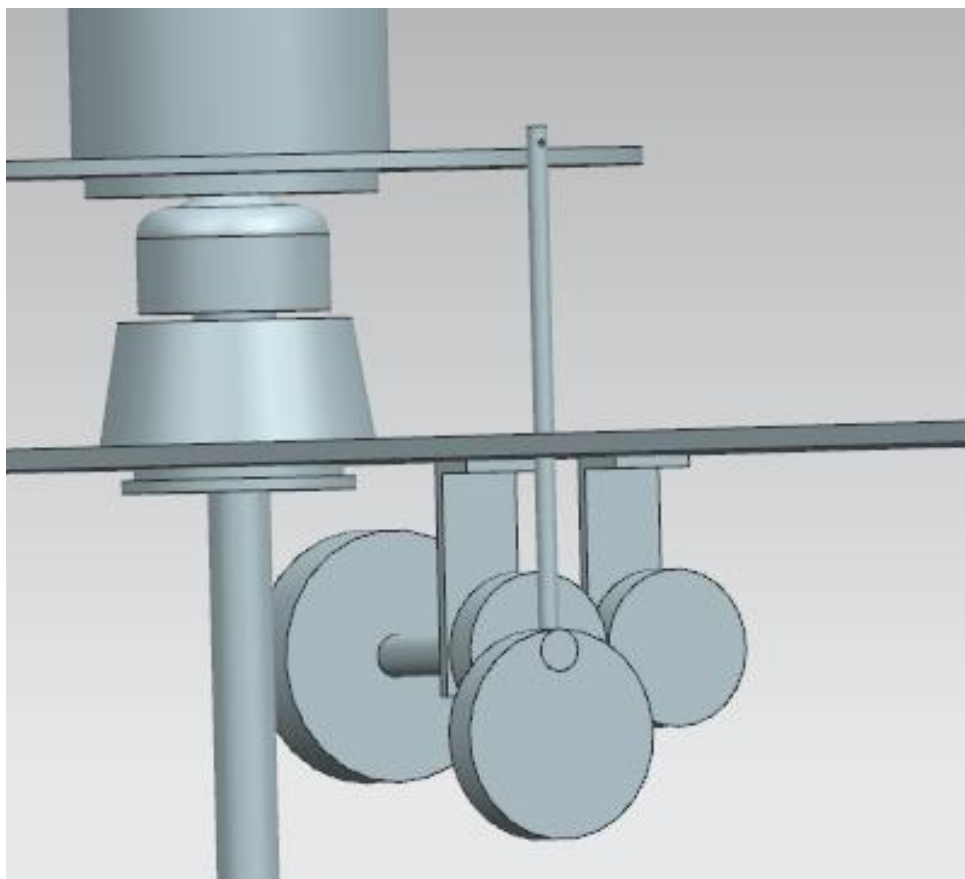


Рисунок 5.4 - Цилиндрическая передача и кулачковый механизм намоточного устройства

Двигатель установлен под подставкой на столе. Он приводит во вращения всю установку с помощью конической передачи. Расчёт и выбор двигателя приведены ниже. Примерная конструкция всего комплекса для производства и упаковки расходного материала для 3D-принтера в катушку изображена на рисунке 5.5.

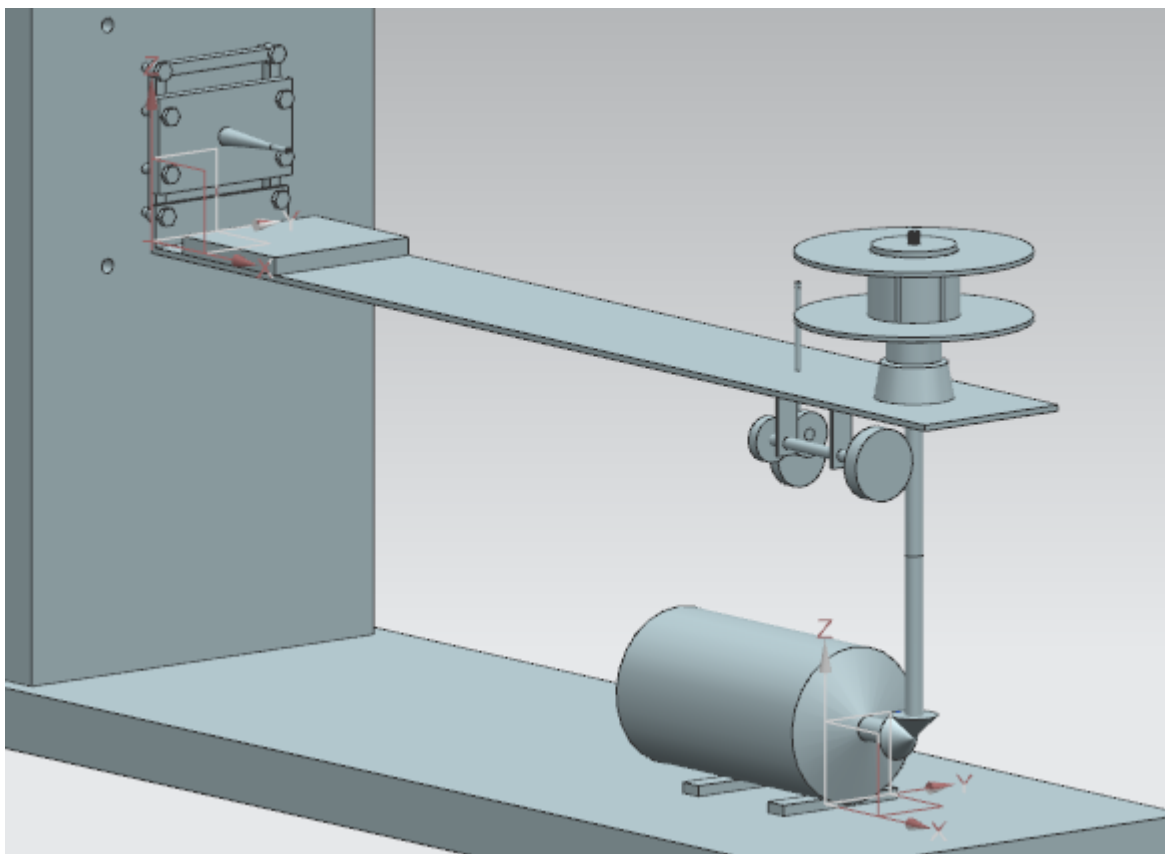


Рисунок 5.5 - Конструкция для получения расходного материала для 3D-принтера и намотки её на катушку.

5.3 Энерго-кинематический расчёт намоточного устройства [18]

Намоточное устройство должно вращаться с нужной скоростью. Для этого нужно рассчитать энерго-кинематическую схему и выбрать подходящий для намотки электродвигатель. Для этого нужно рассмотреть кинематические пары, используемые в намоточном устройстве, и их соединения. Для более правильного выбора, используются характеристики двигателей обычных намоточных устройств.

Выполнение работы следует начинать с выбора электродвигателя по каталогам, где приведены паспортные данные на выпускаемые промышленностью электродвигатели. Для этого необходимо определить требуемую (расчетную) мощность электродвигателя для проектируемого привода. В общем случае после определения требуемой мощности электродвигатель проверяют на нагрев. Однако если привод предназначен для машин, эксплуатируемых при постоянных или близких к ним нагрузках, необходимость в таких расчетах отпадает.

Требуемую (расчетную) мощность электродвигателя $P_{эд}^p$ определяется на основе расчётов в курсовой работе. В задании на курсовую работу указываются следующие исходные данные, относящиеся либо к выходному валу привода, либо к рабочему валу механизма:

- 1) мощность на выходном валу привода $P_{вв}=7,5\text{кВт}$;
- 2) частота вращения выходного вала привода $n_{вв}=1500\text{об/мин}$.

Тихоходные двигатели имеют большие габариты, массу и стоимость. Наиболее часто в приводах общего назначения используют асинхронные двигатели с частотой вращения (синхронной) 3000 и 1500 мин^{-1} . Технические данные электродвигателей серии 4А указаны в ГОСТ 19523-81.

Установлена следующая структура обозначения двигателей серии 4А общего назначения:

4А 1 2 3 4 5 6 УЗ

где 4 - порядковый номер серии;

А - род двигателя (асинхронный);

1 - исполнение двигателя по способу защиты от окружающей среды: Н – защищенный от попадания частиц и капель, и имеющие предохранение от прикосновения к вращающимся частям, находящихся под током, отсутствие данного знака означает закрытые, обдуваемые. Их применяют для приводов общего назначения и в механизмах, к пусковым характеристикам которых не предъявляют особых требований;

2 - исполнение двигателя по материалу станины и щитов (А - станина и щиты алюминиевые, Х - станина алюминиевая, щиты чугунные, отсутствие знаков означает, что станина и щиты чугунные или стальные);

3 - высота оси вращения (две или три цифры);

4 - условная длина станины (S, M или L);

5 - длина сердечника статора (А или В) отсутствие данного знака означает одну длину в установочном размере;

6 – число пар полюсов (1, 2, 3, 4, 5, 6);

УЗ - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Электродвигатели 4AP с повышенным пусковым моментом ГОСТ 20818-75 применяют для привода механизмов, имеющих повышенную пусковую нагрузку.

Для выбора необходимого типоразмера электродвигателя предварительно определяются требуемые значения его номинальной мощности и частоты вращения.

Требуемая (расчетная) мощность электродвигателя:

$$P_{\text{эд}}^p = \frac{P_{\text{вв}}}{\eta_{\text{пр}}},$$

где: $\eta_{\text{пр}}$ - ориентировочное (расчетное) значение КПД привода

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \dots \cdot \eta_k \cdot \eta_n^m$$

где η_1, \dots, η_k - частные значения КПД передач привода;

η_n^m - КПД пары подшипников, m – число пар подшипников привода.

Ориентировочные значения КПД передач и элементов привода указаны в таблице 5.1.

По рассчитанной мощности двигателя, как правило, выбирается асинхронный электродвигатель трехфазного тока (для постоянных или близких к ним нагрузках) по условию $P_p \geq P_{эд}$, где $P_{эд}$ - паспортная мощность электродвигателя.

Таблица 5.1 Значения КПД передач привода

Вид передачи	КПД
Зубчатые передачи редуктора: цилиндрическими колесами коническими колесами	0,96...0,98 0,95...0,97
Червячная передача при числе заходов червяка: $Z_1 = 1$ $Z_1 = 2$ $Z_1 = 4$	0,70...0,80 0,75...0,85 0,80...0,90
Планетарная передача: одноступенчатая двухступенчатая	0,90...0,95 0,85...0,90
Цепная передача	0,92...0,96
Ременная передача	0,94...0,96
Муфта соединительная	0,995
Подшипники качения (одна пара)	0,995

Для более правильного выбора рекомендуется брать значения КПД в максимальных величинах.

Таблица 5.2 Рекомендуемые значения передаточных чисел механических передач.

Тип передачи	Передаточное число U
Зубчатая цилиндрическая	3...5
Зубчатая коническая	2...4
Червячная передача при числе заходов червяка: $Z_1 = 1$ $Z_1 = 2$ $Z_1 = 4$	30...60 15...30 8...15
Цепная	1,5...2,4
Ременная	2...4
Коробка передач	1...2,5

Требуемая (расчетная) частота вращения вала электродвигателя, исходя из кинематической схемы привода:

$$n_{эд}^p = n_{вв} \cdot U_{пр},$$

где $n_{вв}$ - заданное номинальное значение частоты вращения выходного вала привода или ведущего вала исполнительного механизма;

$U_{пр}$ - ориентировочное (расчетное) значение передаточного числа привода:

$$U_{пр} = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3 \cdot \dots \cdot U_k,$$

где U_1, \dots, U_k - передаточные числа передач привода.

По таблице 3 в зависимости от вычисленных $P_{эд}^p$ и $n_{эд}^p$ подбирается электродвигатель по условию: чтобы номинальная (асинхронная) частота вращения двигателя $n_{эд}^{ас}$ как можно точнее соответствовала расчетной частоте $n_{эд}^p$ (можно просто принять ближайшую), а номинальная мощность $P_{эд}$ была не меньше расчетной $P_{эд}^p$. При постоянном режиме нагружения допускается перегрузка электродвигателя до 8%.

Таблица 5.3 Двигатели закрытые, обдуваемые, единой серии 4А

Мощность Р кВт	Синхронная частота вращения, об/мин			
	3000	1500	1000	750
0,55	63B2/2960	71A4/1390	71B6/900	80B8/700
0,75	71A2/2840	71B4/1390	80A6/915	90L8/700
1,1	71B2/2810	80A4/1420	80B6/920	90LB8/700
1,5	80A2/2850	80B4/1415	90L6/935	100L8/700
2,2	80B2/2850	90L4/1425	100L6/950	112MA8/700
3	90L2/2840	100S4/1435	112M6/955	112MB8/700
4	100S2/2880	100L4/1430	112M6/950	132S8/720
5,5	100L2/2880	112M4/1445	132S6/965	132M8/720
7,5	112M2/2900	132S2/1455	132M6/970	160S8/730
11	132M2/2900	132M4/1460	160S6/975	160M8/730
15	160S2/2940	160S4/1465	160M6/975	180M8/730
18,5	160M2/2940	160M4/1465	180M6/975	200M8/735
22	180S2/2945	180S4/1470	200M6/970	200L8/730
30	180M2/2945	180M4/1470	200L6/980	225M8/735
37	200M2/2945	200M4/1475	225M6/980	250S8/740
45	200L2/2945	200L4/1475	250S6/985	250M8/740
55	225M2/2945	225M4/1480	250M6/985	280S8/735
75	250S2/2960	250S4/1480	280S6/980	280M8/735
90	250M2/2960	250M4/1480	280M6/980	315S8/735
110	280S2/2940	280S4/1465	315S6/980	315M8/735

Пример условного обозначения асинхронного электродвигателя закрытого обдуваемого со станиной и щитами из чугуна, с высотой оси вращения 71 мм, длиной сердечника статора А, двухполюсного, климатического исполнения У, категории размещения 3. Электродвигатель 4А. 71А. 2. УЗ ГОСТ 19523-81

В таблице 5.4 приведены основные размеры электродвигателей серии 4А ГОСТ 19523-74., на рисунке 5.6 показаны размеры электродвигателей серии 4А.

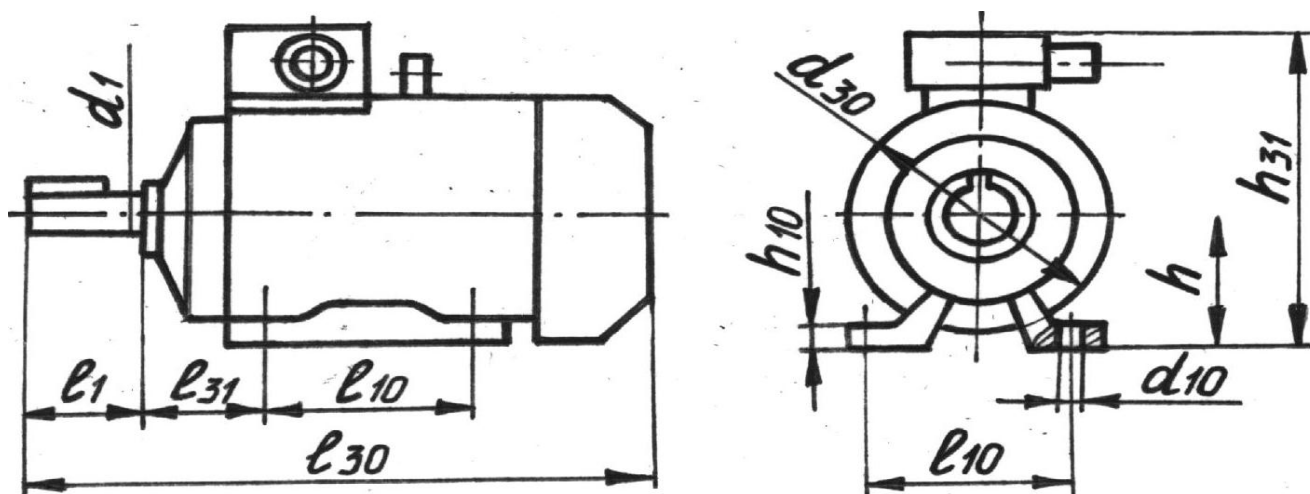


Рисунок 5.6 - Основные размеры электродвигателя серии 4А

Таблица 5.4 Двигатели. Основные размеры (мм).

Тип	Число полюсов В	Установочно-присоединительные размеры, мм								Габаритные размеры, мм		
		d1	d10	l1	l10	l31	b10	h	h10	d30	l30	h31
4А 71А	2,4,6,8	19	7	40	90	45	112	71	9	170	285	203
4А 80А	2,4,6,8	22	10	50	100	50	125	80	10	186	300	218
4А 80В	2,4,6,8	22	10	50	100	50	125	80	10	186	320	218
4А 90L	2,4,6,8	24	10	50	125	56	140	90	11	208	350	243
4А 100S	2,4,6,8	28	12	60	112	63	160	100	12	235	362	263
4А 100L	2,4,6,8	28	12	60	140	63	160	100	12	235	392	263
4А 112M	2,4,6,8	32	12	80	140	70	190	112	12	260	452	310
4А 132S	2,4,6,8	38	12	80	140	89	216	132	13	302	480	350
4А 132M	2,4,6,8	38	12	80	178	89	216	132	13	302	530	350

Исходные данные для расчета привода намоточного устройства приведены ниже. Кинематическая схема намоточного устройства изображена на рисунке 5.7.

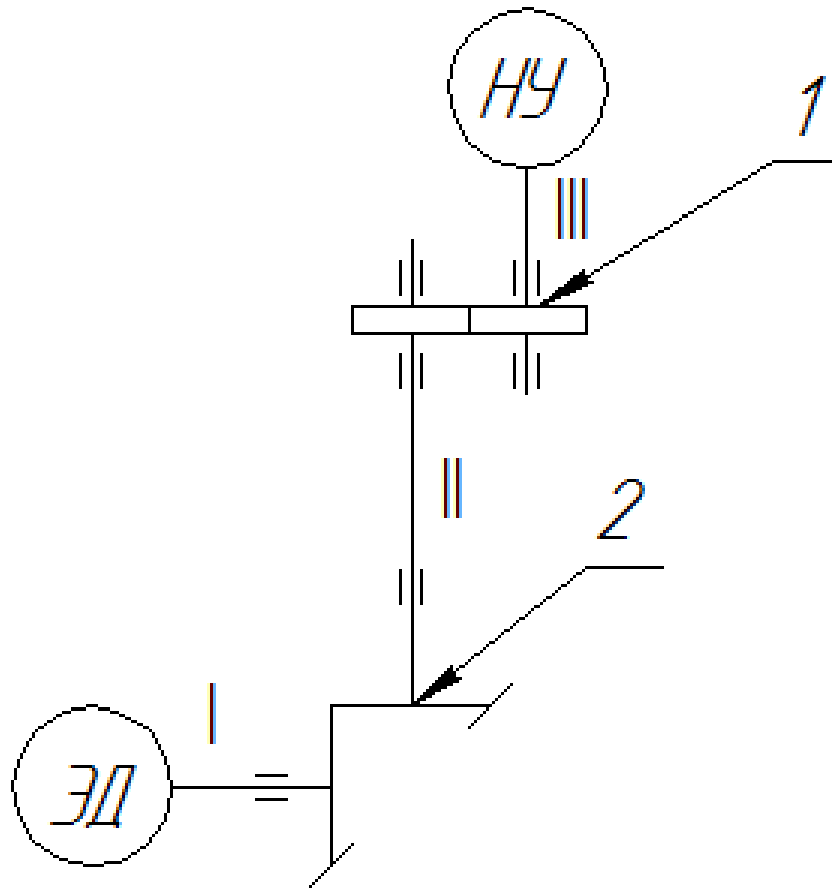


Рисунок 5.7 - Кинематическая схема привода двигателя намоточного устройства

Мощность на выходном валу: $P_{\text{вв}} = 0,5$ кВт.

Частота вращения выходного вала: $n_{\text{вв}} = 50$ об/мин.

Привод реверсивный.

Нагрузка постоянная.

1- цилиндрическая передача.

2- коническая передача.

ЭД – электродвигатель.

НУ – намоточное устройство.

Выбор параметров передач привода

Назначаем КПД передач и элементов (подшипников) привода:

- 1) передача редуктора цилиндрическими зубчатыми колесами — $\eta_1 = 0,98$;
- 2) открытая передача коническими зубчатыми колесами — $\eta_2 = 0,97$;
- 3) подшипники качения (одна пара) — $\eta_3 = 0,99$.

Определяем ориентировочное (расчетное) значение КПД привода:

$\eta_{пр} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^m$, где m — число пар подшипников качения в приводе.

В данном случае $m=3$

$$\eta_{пр} = 0,98 \cdot 0,97 \cdot 0,99^3 = 0,92$$

Задаемся передаточными числами передач привода:

- 1) зубчатая цилиндрическая передача — $U_1=5$;
- 2) открытая зубчатая коническая передача — $U_2=3$.

Определяем передаточное число привода:

$$U_{пр} = U_1 \cdot U_2$$

$$U_{пр} = 5 \cdot 3 = 15$$

Определяем расчетную мощность электродвигателя:

$$P_{эд}^p = \frac{P_{вв}}{\eta_{пр}} = \frac{0,5}{0,92} = 0,54 \text{ кВт}$$

Определяем потребную частоту вращения вала электродвигателя:

$$n_{эд}^п = n_{вв} \cdot U_{пр} = 50 \cdot 15 = 750 \text{ об/мин}$$

Выбираем электродвигатель:

марка электродвигателя — 4А 63В2 $P_{эд} = 0,55 \text{ кВт}$, $n_{эд}^{ac} = 700 \text{ об/мин}$.

Определяем фактическое передаточное число привода:

$$U_{пр}^{фак} = \frac{n_{эд}^{ac}}{n_{вв}} = \frac{700}{50} = 14$$

Разбиваем фактическое передаточное число привода на передаточные числа передач привода с учетом стандартного ряда на передаточные числа:

- 1) зубчатая цилиндрическая передача — $U_1^{ст}=4,5$;
- 2) зубчатая коническая передача — $U_2^{ст}=3,15$.

Определяем фактическое передаточное число привода с учетом передаточных чисел:

$$U_{\text{пр}}^{\text{ф.ст.}} = U_1^{\text{ст.}} \cdot U_2^{\text{ст.}}$$

$$U_{\text{пр}}^{\text{ф.ст.}} = 4,5 \cdot 3,15 = 14,18$$

Определяем фактическую частоту вращения выходного вала привода:

$$n_{\text{вв}}^{\text{фак}} = \frac{n_{\text{эд}}^{\text{ас}}}{U_{\text{пр}}^{\text{ф.ст.}}} = \frac{700}{14,18} = 49,37 \text{ об/мин}$$

Определим погрешность и сравним с допускаемой в 6%

$$\Delta n = \frac{n_{\text{вв}} - n_{\text{вв}}^{\text{ф.}}}{n_{\text{вв}}} \cdot 100\% = \frac{50 - 49,37}{50} \cdot 100\% = 1,26\% < 6\%$$

Условие выполняется, переходим к следующему этапу расчета.

Определяем частоты вращения валов привода:

$$n_1 = n_{\text{эд}}^{\text{ас}} = 700 \text{ об/мин}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1^{\text{ст.}}} = \frac{700}{4,5} = 155,56 \text{ об/мин}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2^{\text{ст.}}} = \frac{155,56}{3,15} = 49,38 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент на валах привода:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_{\text{эд}}^{\text{р}}}{n_{\text{эд}}^{\text{ас}}} = 9550 \cdot \frac{0,54}{700} = 7,37 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = T_1 \cdot U_1^{\text{ст.}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_3 = 7,37 \cdot 4,5 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 32,18 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = T_2 \cdot U_2^{\text{ст.}} \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 32,18 \cdot 3,15 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 97,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Полученные данные вводим в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 Сводная таблица крутящих моментов и частот вращения валов привода

Вал	I	II	III
n, об/мин.	700	155,56	49,38
T, Нм	7,37	32,18	97,34

6 Разработка ПО комплекса переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D принтеров

Чтобы комплекс переработки ABS пластика и изготовления расходных материалов для 3D-принтера работал в автоматизированном режиме нужно собрать схему управления с микроконтроллером Arduino mega. После требуется написать программу управления для микроконтроллера Arduino. После того, как программа будет написана, она должна провериться в программе от Arduino. Для того чтобы написать программу нужно скачать и установить программу для микроконтроллера Arduino IDE. Для того чтобы микроконтроллер Arduino mega нужно установить драйвер для микроконтроллера CH341SER. Этот драйвер можно скачать с любого сайта во всемирной сети интернет. Для удобной и правильной работы с инфракрасными сигналами нужно использовать библиотеку IRremote.h. Её также можно скачать во всемирной сети интернет. Для того чтобы установить эту библиотеку, нужно скопировать её содержимое в папку arduino-1.x/libraries/IRremote. Где arduino-1.x – это папка куда установлена программа для микроконтроллера Arduino IDE. После всей установки библиотеки, файл будет доступен в программе, и её можно использовать в программе микроконтроллера, выбрав её по адресу: arduino-1.x/libraries/IRremote/IRremote.cpp и IRremote.h. После того как подготовили программу от Arduino выбирается библиотека и пишется программа для Arduino. Язык программирования arduino схож с языком программирования C++.

В программе Arduino IDE пишется программа. Скetch программы показан ниже.

```

#include<Wire.h> // Подключим библиотеку для работы с I2C-расширителем портов
#include<IRremote.h> // Подключим библиотеку для работы с ИК-сигналами
#include<IRremoteInt.h>

const int RECV_PIN_1 = 11; // используется 11 порт для 1-ого ИК приемника, идущего
с ДА
const int RECV_PIN_2 = 10; // используется 10 порт для 2-ого ИК приемника, идущего
с МиниТПА
const int RECV_PIN_3 = 9; // используется 9 порт для 3-ого ИК приемника, идущего с
НУ

const int Relay_Chn_1 = 5; // используется 5 порт для 1-ого релейного модуля (ДА)
const int Relay_Chn_2 = 6; // используется 6 порт для 2-ого релейного модуля
(МиниТПА)
const int Relay_Chn_3 = 7; // используется 7 порт для 3-ого релейного модуля (НУ)

IRrecv1 irrecv1(RECV_PIN_1);
IRrecv2 irrecv2(RECV_PIN_2);
IRrecv3 irrecv3(RECV_PIN_3);

Decode1_results results1;
Decode2_results results2;
Decode3_results results3;

const int ledPin = 13; // Вход на включение ИК-диодов

void setup()
{
  pinMode(RECV_PIN_1, INPUT); // иницируем как вход
  pinMode(RECV_PIN_2, INPUT); // иницируем как вход
  pinMode(RECV_PIN_3, INPUT); // иницируем как вход
  pinMode(ledPin_1, OUTPUT); // иницируем как выход на 1 реле
  pinMode(ledPin_2, OUTPUT); // иницируем как выход на 2 реле
  pinMode(ledPin_3, OUTPUT); // иницируем как выход на 3 реле
  pinMode(ledPin_4, OUTPUT); // иницируем как выход ИК-диода
  Serial.begin(9600); // задаем скорость общения. В нашем случае с компьютером/

```

```

Irrecv1.enableIRIn1();// включение первого приемника
Irrecv2.enableIRIn2();// включение второго приемника
Irrecv3.enableIRIn3();// включение третьего приемника
}
voidloop()
{
{
digitalWrite(ledPin, HIGH); // ИК-диодзагорается
}
{
if (irrecv1.decode1(&results1)){ // если сигнал пришел на первый ИК приемник
digitalWrite(ledPin_1, !digitalRead(ledPin_1)),Serial.println(" ledPin_1 !digitalRead ");}
} //включается первое реле, которое отключает ДА
irrecv.resume(); // принимаем следующую команду
{
if (irrecv2.decode2(&results2)){ // если сигнал пришел на второй ИК приемник
digitalWrite(ledPin_2, !digitalRead(ledPin_2)),Serial.println(" ledPin_2 !digitalRead ");}
} включается второе реле, которое отключает МиниТПА
irrecv.resume(); // принимаем следующую команду
{
if (irrecv3.decode3(&results3)){ // если сигнал пришел на третий ИК приемник
digitalWrite(ledPin_3, !digitalRead(ledPin_3)),Serial.println(" ledPin_3 !digitalRead ");}
} включается третье реле, которое отключает НУ
irrecv.resume();
}
}

```

После написания программы для микроконтроллера Arduino, её нужно компилировать. В процессе компиляции программа проверяется, и выявляются ошибки, которые нужно исправить. Разработанная программа прошла компиляцию и выявленных ошибок не обнаружено. После компиляции микроконтроллер Arduino подключается к компьютеру по средством usb шнура. Далее устанавливаются драйвера на Arduino. После всех проделанных операций, написанная программа заливается в Arduino. Как закончиться заливка программы в Arduino, выйдет сообщение, что все загрузка завершена. Далее микроконтроллер отсоединяется от компьютера и соединяется со схемой управления комплекса переработки abs пластика и изготовления расходных материалов для 3D-принтера. Подключается питание в 9 вольт к микроконтроллеру Arduino. Проверяется работоспособность всей схемы управления.

Заключение

Технология изготовления лески для 3D принтера методом литья под давлением является одной из наиболее распространенных и востребованных технологий изготовления практически из всех полимерных материалов. Эта технология и в настоящее время интенсивно развивается. Благодаря переработке утилизированных изделий из абспластика и изготовления нити для принтера она позволяет сэкономить средства на покупку расходных материалов для 3D-принтера.

Основной задачей при изготовлении расходных материалов для 3D-принтера является проектирование и изготовление пресс-формы для нити. Проектирование оборудования для переработки и производства нити для 3D-принтера является важной задачей при налаживании производства. Для этого в данной бакалаврской работе было рассмотрено проектирование технологической оснастки для производства лески для 3D-принтера. Также весь комплекс для переработки абспластика и производства расходного материала был автоматизирован.

Главную роль в производстве лески для 3D-принтера является проектирование и изготовление технологической оснастки и автоматизация всего комплекса. Таким образом, цель, которая была поставлена перед нами, достигнута и создан автоматизированный комплекс для переработки абспластика и изготовления расходного материала для 3D-принтера.

Список используемых источников

- 1 Сайт компании BAZENT технологии измельчения [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа: <http://www.bazent.ru/drobilka/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 2 Сайт компании FindPatent [Электронный ресурс]. – Екатеринбург. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 3 Сайт Компании Cleandex [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :http://www.cleandex.ru/articles/2008/03/18/residue_utilization20, свободный. – Загл. с экрана.
- 4 Сайт Компании ИнфорКомОил [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :<http://inforkomoil.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 5 Сайт Компании jofo [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :http://3d_print.jofo.ru/472414.html, свободный. – Загл. с экрана.
- 6 Сайт Компании Аргументы и Факты [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :<http://www.aif.ru/dontknows/file/1379601>, свободный. – Загл. с экрана.
- 7 Сайт Компании 3DTODAY [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа :<http://3dtoday.ru/industry/domashnee-proizvodstvo-prutka-ili-ekonomika-dolzha-byt-ekonomnoy.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 8 Сайт компании Schem.net [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :<http://schem.net/arduino/arduino127.php>, свободный. – Загл. с экрана.
- 9 Сайт компании ARDUINO Все для радио любителей [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа :<http://wiki.iarduino.ru/page/ik-priemnik/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 10 Сайт компании Robotclass [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург. – Режим доступа :<http://robotclass.ru/tutorials/arduino-ir-remote-control/>, свободный. – Загл. с экрана.

11 Сайт интернет магазина FreeDelivery[Электронный ресурс]. – г.Ровно. – Режим доступа :<http://freedelivery.in.ua/shop/details/1369/140/>, свободный. – Загл. с экрана.

12 Сайт Компании stD [Электронный ресурс]. – Москва. – Режим доступа :<http://istarik.ru/blog/arduino/42.html>, свободный. – Загл. с экрана.

13 Jonathan Gatti, Carlo Fonda, Livio Tenze and Enrique Canessa; «Voice-Controlled Artificial Handspeak System», 2014 [Электронный ресурс] // URL:

<http://airccse.org/journal/ijaia/papers/5114ijaia08>

14 Jephias Gwamuri, Dhiogo Franco, Khalid Y. Khan, Lucia Gauchia and Joshua M. Pearce; «High-Efficiency Solar-Powered 3-D Printers for Sustainable Development», 2016 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mdpi.com/2075-1702/4/1/3>

15 Jiu Huang, Zhengfu Bian and Shaogang Lei; « Feasibility Study of Sensor Aided Impact Acoustic Sorting of Plastic Materials from End-of-Life Vehicles», 2015 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mdpi.com/2076-3417/5/4/1699>

16 Francesco Salamone, Lorenzo Belussi, Ludovico Danza, Matteo Ghellere and Italo Meroni; «An Open Source “Smart Lamp” for the Optimization of Plant Systems and Thermal Comfort of Offices», 2016 [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mdpi.com/1424-8220/16/3/338/htm>

17 S. Kanagalakshmi, D. Manamalli, M. Mohamed Rafiq «Design of Multimodel based MPC and IMC control schemes applied to injection molding machine», 2014 [Электронный ресурс] // URL:

<http://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/1844>

18 Пахоменко, А.Н. Методические указания к курсовому проекту по курсу «Основы конструирования и детали машин» / А.Н. Пахоменко. –Тольятти: ТГУ, 2005.

19. Сайт Группы компаний PLM-Урал и Делкам-Урал [Электронный ресурс]. – Екатеринбург. – Режим доступа : <http://www.delcam-ural.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

20. Сайт Компании Союз-ТМ [Электронный ресурс]. – Екатеринбург. – Режим доступа : <http://www.soyuzcom.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.