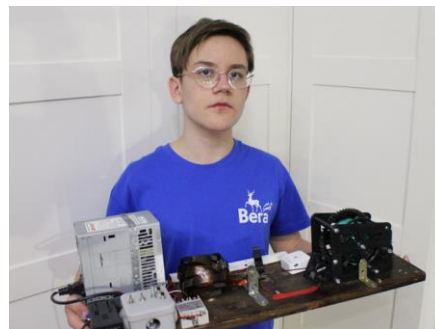


## **Изготовление станка для производства филамента для 3D принтера**

Цветков Лев Иванович  
9 класс, МБОУ Лицей № 15, г.Саров  
Научный руководитель Н.А. Цветкова,  
учитель МБОУ Лицея № 15



*В ходе работы над проектом был разработан и изготовлен станок для переработки бутылок из PET пластика в филамент для 3D принтера. В работе дается описание основных этапов изготовления станка, рассчитана его себестоимость. Расчеты показали, что затраты на станок быстро окупаются.*

Одним из важнейших этапов экологически дружественного потребления является рациональное обращение с отходами.

Ежегодно в Российской Федерации образуется около 7 млрд тонн отходов, из которых используется лишь 2 млрд. На территории страны накоплено около 80 млрд тонн только твердых отходов. Как же избавиться от отходов? Самый эффективный способ решения проблемы отходов – их переработка. Переработать – это значит не только уменьшить в объеме, но и направить мусор на вторичное использование, то есть выбрать из него полезные для промышленности отходы (железо, пластик, бумагу и др.) и обезвредить остальные.

С каждым годом становится все популярнее домашняя 3D печать, которая использует филамент (пластиковый пруток). Но пластик для 3D принтера не дешевый. А почему бы не превратить отходы в доходы? А именно создать станок для переработки использованных бутылок из PET-пластика в филамент (пруток) для печати на 3D принтере, спасая тем самым природу от пластика и экономя деньги на приобретение нового пластика.

### **Проблема**

Особую тревогу вызывают отходы из пластика, т.к. они очень долго не разлагаются. Поэтому становится актуальной проблема вторичного потребления пластика.

### **Цель проекта:**

разработка и изготовление станка для переработки использованных бутылок из PET-пластика в филамент (пруток) для печати на 3D принтере.

### **Задачи проекта:**

1. Изучить принцип работы станка для производства прутка для 3D принтера.
2. Составить схему станка и подобрать необходимые компоненты для самостоятельного изготовления станка.
3. Рассчитать бюджет и окупаемость проекта.
4. Рассчитать экологический эффект от использования станка для производства прутка.

### **Основная часть**

Однажды на YouTube канале я увидел ролик, в котором было показано, как из обычных использованных пластиковых бутылок можно сделать филамент для 3D принтера [1]. Эта идея мне показалась интересной, тем более что в школе при создании деталей на принтере, мы сталкивались с проблемой больших расходов на приобретение филамента. В ролике ничего не говорилось о технических характеристиках станка, а только был показан принцип работы, поэтому мне пришлось самостоятельно составить схему станка и опытным путем самому подобрать необходимые компоненты.

### **Принцип работы станка**

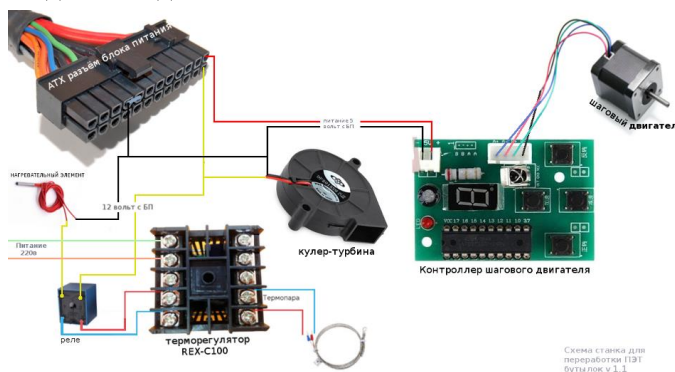
У бутылки отрезается верхняя часть (там, где крышка), ставится на резак. Проходя через него, тара режется на полоски шириной 7мм. Далее полоски проходят через хотэнд (часть, отвечающая за нагрев и калибровку диаметра филамента на выходе из сопла) с модернизированным соплом (температура плавления пластика регулируется терморегулятором) и превращается в трубку ( $d$  внутреннего отверстия  $< 1,5$  мм и никак не влияет на качество печати), далее трубка охлаждается кулер-турбиной и наматывается на катушку.

Электрокомпоненты (двигатель катушки, кулер-турбина, хотэнд и блок терморегулятора) запитаны от блока питания старого компьютера (рис.1). Компьютерный блок питания выбран,

так как он имеет достаточную мощность и два выхода питания: 5 вольт и 12 вольт.

#### **Этапы изготовления станка**

1. Сделано конусообразное отверстие в хотэнде со стороны противоположной резьбе сопла при помощи сверла по кафелю d 8мм.
2. Сделано конусообразное отверстие в сопле при помощи сверла по кафелю d 6мм.
3. Снят корпус с термодпары.
4. Вставлены термодпара, сопло и нагревательный элемент в хотэнд.
5. Закреплен хотэнд уголками при помощи болтов.



**Рис. 1. Схема станка**

6. Закреплены блок питания и терморегулятор на фанере при помощи железной монтажной ленты.
7. Прикреплена распределительная коробка. В коробке сходятся провода от всех электрокомпонентов и нужным образом соединяются.
8. Прикреплена панель управления шаговым двигателем к крышке распределительной коробки и проделаны отверстия для вывода проводов. Шаговый двигатель крутит катушку, которая вытягивает получаемый филамент из разогретого сопла. Шаговый двигатель применен, т.к. его скоростью вращения легко управлять и он обладает достаточным моментом силы для вращения барабана.
9. Приклеена на термоклей кулер-турбина так, что бы поток воздуха охлаждал пластик, выходящий из хотэнда.
10. Прикреплена кабель-канал к краю основания и проведены по нему провода до распределительной коробки.
11. Для передачи вращения от шагового двигателя на катушку изготовлен самодельный шкив из четырех крышек от стеклянных банок.
12. На крышки меньшего диаметра намотана изоленту для того, чтобы сцепление ремня со шкивом было больше.
13. Шкив прикреплен к катушке, катушка вращается на оси, закрепленной к фанерным стойкам.
14. В результате работы на станке из пластиковых полосок получается прутки круглого сечения (филамент).

Так выглядит мой станок для производства филамента (рис.2). На рисунке 3 представлен образец полученного филамента. Из бутылок разного цвета получается филамент разного цвета.

Таблица 1. Затраты на приобретение компонентов станка

Компонент	Стоимость, руб.
Блок питания	250
Хотэнд	115
Нагревательный элемент	225
Сопло	20
Шаговый двигатель	570
Контроллер шагового двигателя	280
Терморегулятор	525
Кулер-турбина	100
Прочие мелкие расходы	100
Итого	2185



**Рис. 2. Станок в собранном виде**

Затраты составили 2185 рубля (таблица 1).

#### **Расчет экономической выгоды**

Исходим из того, что 1кг покупного филамента (325м) стоит 1300 руб., т.е. 1м - 4 руб.

Расчет затрат на электричество при производстве прутка на моем станке

Станок потребляет 60 ватт электроэнергии в час (Вт/час).

За минуту станок производит 50 см прутка 30м/ч, т.е. расходует 2 пластиковые бутылки. Для производства 1 м прутка станок потребляет 2 ватта (измерения проводились ваттметром). Т.о., стоимость затраченного электричества на производство 1 м прутка, составляет всего 1 копейку! (1квт =5 руб.). Значит, на каждом метре моего прутка мы сэкономили 3,99 руб.!

Из одной бутылки 1,5 литра в среднем можно получить 15 метров филамента, а значит на одной бутылке можно сэкономить 59,85 руб.!

Из одной пятилитровой бутылки можно получить 60 метров филамента, поэтому можно сэкономить 239,4 руб.!

#### **Окупаемость станка**

Стоимость станка составляет 2185 руб.

Экономия на одной бутылке 1,5л — 59,85 руб., т.е. станок окупится через 37 бутылок! Экономия на одной бутылке 5л — 239,40 руб., станок окупится через 10 бутылок!

Пластиковая бутылка в среднем разлагается за 450 лет. Перерабатывая бутылки, мы бережем природу и экономим свой бюджет.

Филамент, изготовленный на станке



Магазинный вариант

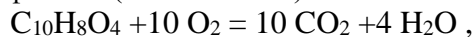


Рис. 3. Сравнение филамента

#### **Расчет количества CO<sub>2</sub>, выбрасываемого при сжигании 1 кг пластика**

Один из неэкологичных, но до сих пор встречающийся способ борьбы с пластиковым мусором (в тех населенных пунктах, где не ведется прием вторсырья) – сжигание отходов. Я решил посчитать, насколько меньше будут выбросы углекислого газа в атмосферу, если бутылки не сжечь, а использовать для работы моего станка.

Сгорание полиэтилентерефталата (PET пластика) описывается формулой:



т.е. при сгорании  $10 \cdot 12 + 8 \cdot 4 \cdot 16 = 192$  г филамента образуется  $10 \cdot (12 + 2 \cdot 16) = 440$  г углекислого газа. Другими словами, на 1 г филамента приходится  $440/192 \approx 2,29$  г углекислого газа[2].

Измеренная масса 1 метра филамента составила 3г. Значит, при сжигании 1 метра филамента образуется  $\approx 7$  г углекислого газа. Таким образом, при производстве 1 кг филамента (325 м) на моем станке, благодаря использованию пластикового мусора, в атмосферу не будет выброшено 2,275 кг CO<sub>2</sub>.

#### **Выводы**

В ходе работы над проектом я выяснил, что реально в домашних условиях сделать станок для производства прутка из использованных пластиковых бутылок. Производство станка быстро окупается. Кроме того, уменьшается выброс углекислого газа на 2,275 кг на каждый килограмм прутка, а сам пластик участвует в своеобразном круговороте веществ.

Практическая значимость моего проекта состоит еще и в том, что наш школьный 3D принтер теперь обеспечен почти бесплатным расходным материалом. Это важно для кружка робототехники.

Единственным ограничением при производстве прутка является то, что для его изготовления подходят только бутылки из PET пластика.

В процессе изготовления деталей на 3D принтере нередко получается брак, который идет в отходы. Я планирую продолжить работу над своим проектом и собрать экструдер, который будет измельчать бракованные детали и полученный материал использовать для производства филамента, сделав процесс печати на 3D принтере практически безотходным.

#### **Литература**

1. Мой самодельный станок для изготовления прутка из пластиковых бутылок для 3D принтера. Виталий Богачёв. <https://youtu.be/Eac9JSi-nsM>
2. Калькулятор выбросов диоксида углерода (CO<sub>2</sub>). <https://sro150.ru/kalkulyatory/303-kalkulyator-vybrosov-dioksida-ugleroda-co>