

*Микаева Светлана Анатольевна*

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

г. Москва

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ**

*Аннотация:* в статье рассмотрены модели электронных приборов по переработке и утилизации пластиковых отходов. Представлены преимущества и недостатки существующих аналогов. Представлена технологическая карта, структурная схема устройства и код устройства. Приведена экологическая и эстетическая оценка устройства.

*Ключевые слова:* электроника, переработка, утилизация, отходы, филаструдер, модели, устройство.

Как известно в настоящее время на Земле очень плохо обстоит дело с процессом утилизации и переработки разнообразных пластиковых отходов. Существующие технологии переработки очень энергоемки и сами являются загрязнителями окружающей среды. Кроме того, в мире быстро развивается 3D-печать, при выполнении которой довольно часто происходит срыв печати и возникновение большого объема отходов специального дорогостоящего пластика – филамента (пластиковой нити используемой для 3D печати), средняя цена которого достигает 2500–3000 тыс. руб., а расходуется он чрезвычайно быстро. Исходя, из вышеперечисленных проблем, пластик надо не просто утилизировать, а перерабатывать [1–3]. Именно поэтому в качестве основы своей работы был выбран экструдер, а точнее филаструдер.

В связи с этим целью написания статьи является создание филаструдера для вторичной переработки пластика в филамент для 3D принтера, который способен выйти на мировой рынок и составить там достойную конкуренцию аналогам.

Экструзия – технология получения изделий путём продавливания вязкого расплава материала или густой пасты через формуемое отверстие.

Существуют три вида экструзии:

1. Холодная (синяя) экструзия – возможны только механические изменения в материале вследствие медленного его перемещения под давлением и формованием этого продукта с образованием заданных форм.

2. Теплая экструзия – сухие компоненты сырья смешиваются с определенным количеством воды и подаются в экструдер, где наряду с механическим его подвергают еще и тепловому воздействию. Продукт нагревается извне.

3. Горячая экструзия – процесс протекает при высоких скоростях и давлениях, значительном переходе механической энергии в тепловую, что приводит к различным по глубине изменениям в качественных показателях материала.

Экструзия используется в различных видах промышленности довольно давно, но именно филаструдеры появились на свет одновременно вместе с 3Д принтерами, ведь они создавались специально для них. Использование методов технологии, программирования и конструирования позволит создать филаструдер, альтернативный имеющимся дорогостоящим моделям.

Экструзирование и производство экструдеров далеко шагнуло за последние два года и еще дальше ушло от изобретения первого своего аналога. На сегодняшний момент нет абсолютного доминирования определенных компаний в этой области. Каждая разработка имеет свои недостатки и преимущества. В зависимости от потребностей заказчика и его финансовой возможности производят различные по функционалу экструдеры. ТОП-3 экструдеров, которые известны в современном мире представлены в табл. 1 и на рис. 1.

В итоге были выявлены следующие недостатки: высокая стоимость, отсутствие портативности (в большинстве случаев), отсутствие автономности. Исходя из этого, был сделан вывод, что проектируемое устройство не должно иметь вышеперечисленных недостатков.

Созданию устройства предшествовали несколько прототипов, в которых уже были устранены недостатки предыдущих аналогов. По собственным чер-

тежам был собран каркас будущего филаструдера. В качестве основы для корпуса были использованы композитные материалы, это дало выигрыш в весе новой конструкции. Далее продумывалась механика, а также подбирались соответствующие материалы для «внутренностей». Вид данной модели представлен на рис. 2.

Таблица 1

## Преимущества и недостатки существующих моделей

Название	Преимущества	Недостатки
1. Felfil EVO	Самый известный филаструдер на данный момент. Способность автономного накручивания филамента	Его стоимость начинается от 140 тыс. руб., что является недоступной стоимостью для многих покупателей
2. OmniDynamics Struder	Легкость использования, высокая мобильность	Малая производительность
3. FilaMaker	Наибольшая производительность по сравнению с другими филаструдерами	Большие размеры, что также мешает повышению мобильности



Рис. 1. ТОП-3 экструдеров



первый прототип

второй прототип  
(рабочая модель)

готовый продукт

Рис. 2. Модели филаструдера, собранные впервые

В качестве микроконтроллера выступил Arduino Nano. Далее был выбран принцип работы. Обдумывался ряд возможных вариантов, среди которых была автономная работа по написанному заранее программному коду. Этот вариант максимально облегчал работу.

Также был собран нагреватель, который потреблял бы малое количество энергии, а также выделял большое количество теплоты. Этого добились с помощью использования не нихромовой нити, как было раньше, а использованием патронных нагревателей, таких которые используются в 3Д принтерах. А вместо шагового двигателя NEMA 21 использовали коллекторный двигатель TAKANAWA 555 представленны на рис. 3, благодаря этому филаструдер стал более мощным, а регулирование оборотов стало намного легче.



Рис. 3. Коллекторный двигатель TAKANAWA 555

В этой модели появилась автоматическая намотка филамента на катушку, что упрощает использование филаструдера для пользователя, а значит, делает филаструдер намного выгоднее для покупателя. Структурно – электрическая схема устройства филострудера представлена на рис.4.

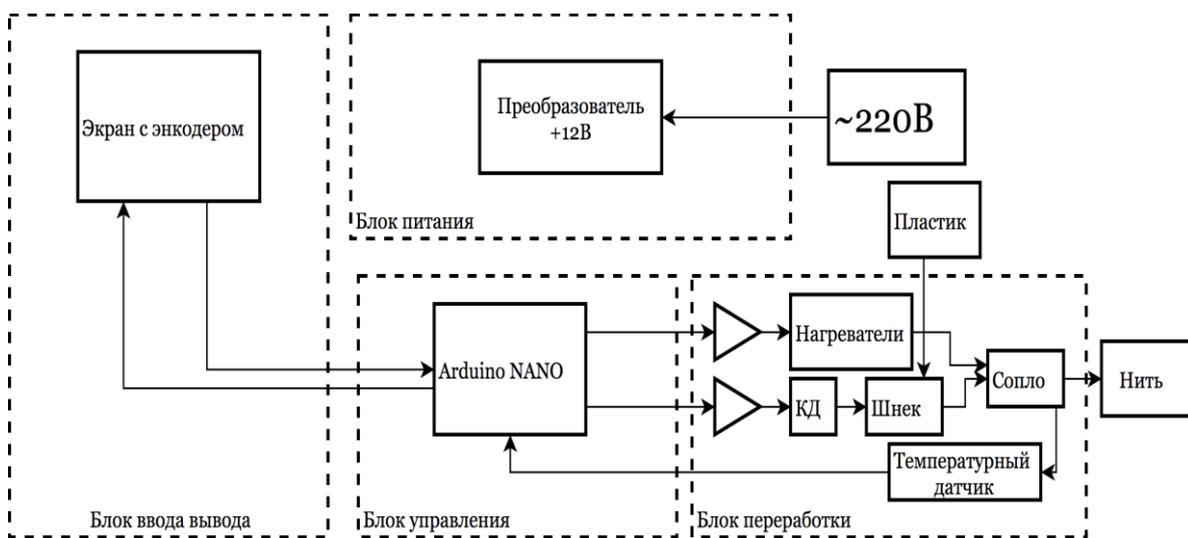


Рис. 4. Структурно-электрическая схема устройства

На данный момент филаструдер состоит из композитных панелей, а это алюминий и пластик, и большого количества электроники, поэтому прямая утилизация не экологична. Поэтому его надо не просто утилизировать, а производить разбор и рабочие детали использовать заново, дабы не загрязнять окружающую среду, ведь если плавлением пластмассы занимаются ради её повторного использования, то дело с электроникой состоит немного иначе. В платах находится мизерное количество драгоценных металлов. Так, например, в Китае из 1 тонны материнских плат получают около килограмма серебра и 100 граммов золота. Но количество выделившихся токсинов в атмосферу заставляет задуматься о реальной ценности этих металлов. Получается, что данные материалы не разумно сжигать в огромных печах. Это приводит к повышению смертности в регионе, а также к снижению уровня здоровья у граждан. Существуют более безопасные способы утилизации пластмассы и электроники, но это долгий и экономически невыгодный процесс. Вследствие этого, единственным, кто заинтересован в этой переработке, является государство.

### *Список литературы*

1. Микаева С.А. Современные электронные системы и устройства / С.А. Микаева, А.С. Микаева. – М.: РУСАЙНС, 2019. – С. 186.

2. Микаева С.А. Промышленная электроника. Актуальные электронные приборы, устройства, установки и системы / С.А. Микаева, А.С. Микаева. – М.: РУСАЙНС, 2020. – С. 172.

3. Микаева С.А. Промышленная электроника. Расчетные и экспериментальные исследования, разработки, конструкции и технологии производства электронных приборов / С.А. Микаева, А.С. Микаева. – М.: РУСАЙНС, 2021. – С. 197.