

Работа предохранителя заключается в следующем. При наезде на препятствие корпус выглубляется, нижние упоры грядиля выходят из контакта с нижними цапфами кронштейна 4, и грядиль, поворачиваясь относительно верхних цапф и одновременно перемещаясь вдоль тяги, разворачивает рычаг 18 относительно оси 20, сжимаемая рессору. После преодоления препятствия под действием сжатой рессоры происходит возвращение грядиля с корпусами в рабочее положение. Для регулировки предварительного усилия сжатия рессоры служит болт 17.

**Заключение.** Для защиты от поломок рабочих органов на почвообрабатывающих машинах и орудиях применяют предохранительные устройства. Пружинные и рессорные предохранители значительно проще чем гидропневматические, но требуют больших затрат времени для регулировки силы сопротивления. Основными недостатками предохранительных устройств гидропневматического типа являются сложность конструкции и высокое значение энергоемкости процесса обхода препятствия.

#### Список цитируемых источников

1. Заяц, Э. В. Сельскохозяйственные машины: учебник / Э. В. Заяц. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 432 с.
2. Цгоев, Д. В. Совершенствование технологического процесса обработки почв, засоренных камнями, путем разработки пневматической предохранительной системы плуга общего назначения. : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 29.10.2018 / Д. В. Цгоев. — М., 2018. — 196 с. — Режим доступа : [https://www.volgau.com/Portals/0/18/180822/cgoev\\_dv\\_dissert.pdf?ver=1t2ez\\_B0pP\\_sM1pVRUE-A%3d%3d](https://www.volgau.com/Portals/0/18/180822/cgoev_dv_dissert.pdf?ver=1t2ez_B0pP_sM1pVRUE-A%3d%3d).
3. Плуги специального назначения : практ. руководство по выполнению лаб. работы для студентов специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства / сост. : В. А. Бурдейко, И. В. Дубень. — Барановичи : РИО БарГУ, 2013. — 49, [3] с. — 99 экз.
4. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. — М. : КолосС, 2006. — 624 с.: ил.
5. Ключков, А. В. Устройство сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / А. В. Ключков, П. М. Новицкий. — Минск : РИПО, 2016. — 431 с.: ил.

УДК 378

А. П. Цыкман, О. М. Волчек

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЧАТИ НА 3D-ПРИНТЕРАХ

**Введение.** В 1983 г. Чарльз Хал изобрел технологию 3D-печати, с тех пор человечеству открылось множество возможностей такие как воплощение воображаемых объектов в реальность, удешевление производства и другие. В 21 веке 3D-принтер может позволить себе почти каждый для использования в быту или в производстве. При наличии творческих и инженерных навыков можно создавать совершенно новые изделия, и механизмы, которые не производились ранее, причем это может занять намного меньше времени и затрат, чем производить детали из сторонних материалов вручную или на станке. Но качество детали, напечатанной на 3D-принтере, напрямую зависит от качества самого принтера и заданных параметров в настройке. Для того, чтобы понять какой принтер наиболее оптимальный необходимо рассмотреть вопросы: каких видов они бывают и из чего состоят.

**Основная часть.** 3D-принтеры бывают 3 видов FDM, SLA, SLS. В работе более подробнее рассмотрим FDM принтер как наиболее распространенный. FDM принтер представляет из себя металлическую раму с закрепленным на ней экструдером, стол с подогревом и блок управления. Главной частью в таком типе принтеров является экструдер, он состоит из радиатора с предустановленным вентилятором и хотэнда с соплом (по желанию может быть установлен дополнительный обдув). Принцип печати: проволока пластика, чаще всего 1.75 мм, подается в экструдер, где она плавится в хотэнде и через сопло наносит на стол послойно, тем самым формируя объем. В качестве научного эксперимента проведем сравнительный анализ 3D-печати на двух 3D-принтерах: Flashforge creator 3 и самодельный 3D-принтер с кинематикой дельта (рисунок 1). Flashforge creator 3 относится к категории профессиональных 3D-принтеров, его стоимость 7300 бел. руб. Это довольно массивный принтер с областью печати размером 300 × 250 × 200, возможностью печатать любыми видами пластика такие как: ABS, PLA, PETG, Flex и другие, удобное и простое сенсорное управление, возможность подключения через интернет, установка двух экструдеров и магнитный стол с алюминиевым матовым покрытием.

Самодельный 3D-принтер (рисунок 2) собран из плат, алюминиевых направляющих, экструдера, боросиликатного стекла размером 200 × 200, блока питания из системного блока, шаговых двигателей, концевиков и других элементов. Большинство деталей было заказано из Китая для удешевления получившихся изделий. На плату установлена прошивка Marlin, которая есть в открытом доступе. В его возможностях печать ABS и PLA. Для начала выберем объект исследования: калибровочный кот (рисунок 3). Данная модель была выбрана с учетом того, что она в полной мере отобразит качество печати по таким параметрам как: укладка слоев, выявления дефектов печати, возможный угол печати при нависании модели над столом. Следующий шаг — подготовка модели к печати: задаем параметры печати, такие как: высота слоя, скорость печати, толщина стенок модели, заполнение и процент заполнения, время и скорость отката пластика, температуры на экструдере и столе и т.д.



Рисунок 1 — 3D-принтер Flashforge creator 3

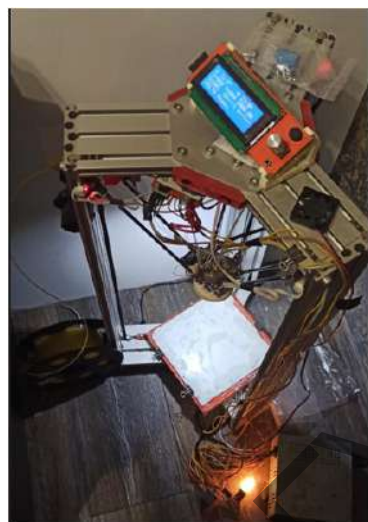


Рисунок 2 — Самодельный 3D-принтер

Используем программу CURA 3D, по-другому эти программы называют «слайсеры», потому что они разбивают модель на множество слоев. После заданных параметров сохраняем получившийся файл на внешний носитель информации, например, USB накопитель, и переходим к принтеру. На рисунке 4 показан процесс печати при выставленных настройках ориентировочное время 50 мин.

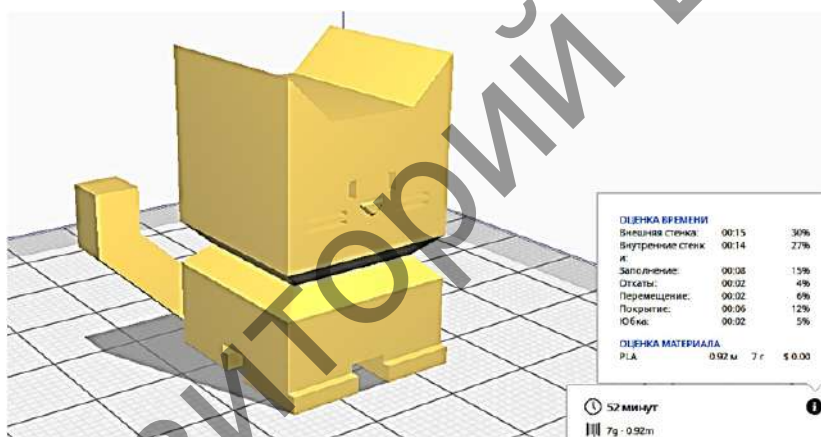


Рисунок 3 — Модель и параметры печати



Рисунок 4 — Процесс печати на 3D-принтере

В целях безопасности, после окончания печати ждем пока остынет стол и экструдер, после чего можно снять готовую деталь со стола. Стоит отметить что печать велась PLA пластиком от фирмы BESTFILAMENT, стоимость 1 кг пластика 52 бел. руб. В процессе расчетов получим, что себестоимость 1-ой модели весом 7 грамм приблизительно составляет 0.40 бел. руб., без учета затрат на электроэнергию, эксплуатацию оборудования и труд разработчика. Так как  $52 / 1000 \text{ гр} = 0,052 \text{ бел.руб.}$  (цена за 1 грамм),  $0,052 \times 7 \text{ гр} = 0,364 \text{ бел. руб.}$

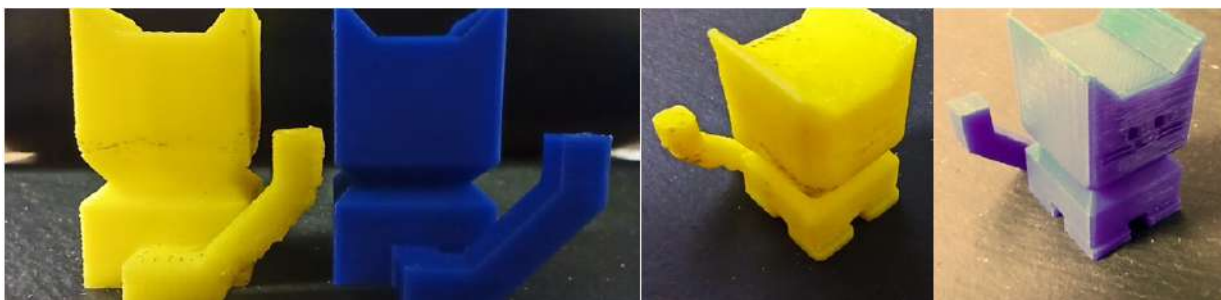


Рисунок 5 — Результаты печати

Перейдем к сравнению получившихся моделей (рисунок 5). Модель из синего пластика была напечатана на принтере Flashforge creator 3, модель из желтого пластика на самодельном 3D принтере. Видим, что синяя модель имеет более четкие грани и укладку слоев. Модель напечаталась почти без единого дефекта, сложным элементом является хвост. Так у желтой модели, принтер не смог напечатать хвост под углом  $45^\circ$  градусов, есть небольшой нагар пластика, слои в некоторых местах лежат не ровно и в целом модель получилась очень скругленной. Эта разница в печати вышла из-за того, что в разных принтерах стоят разные прошивки, более новая электроника, разные драйвера для шаговых двигателей.

**Заключение.** В обоих случаях печати мы получили очертание кота, но в разном качестве. Принтер Flashforge creator 3 печатает значительно лучше, но его сможет позволить себе не каждый. Делаем вывод, что обычные 3D-принтер можно поставить в любом доме и для печати на нем вещей, которые могут пригодиться в быту, а профессиональные принтера подходят для больших офисов, предприятий или учебных заведений.

УДК 539.424

Н. А. Шустол, Н. Ю. Кондратчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

## ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ PC-ПЛАСТИКА

**Введение.** Армированные пластики — конструкционные, электроизоляционные, теплозащитные, коррозионностойкие материалы, широко используемые в химическом машиностроении, автомобиле-, авиа- и станкостроении, в космической технике, строительстве, в производстве изделий медицинского назначения и массового потребления. Такие пластики начали широко применяться для 3d-печати. По сравнению с обычным пластиком, армированные более прочные. Изделия из такого пластика могут даже оказаться прочнее металла. Для подтверждения данного факты, было принято решение оценить прочность армированного пластика на примере поликарбоната.

**Основная часть.** Для армированных пластиков характерны:

- высокая прочность при низкой плотности, что позволяет заменять сталь в конструкциях машин и механизмов;
- устойчивость к воздействию агрессивных сред, что обеспечивает изделиям из них длительные сроки эксплуатации без применения защитных покрытий;
- низкая материалоемкость изготовленных из них изделий, что позволяет снизить массу и расходы на эксплуатацию мобильной техники;
- высокая технологичность, заключающаяся в возможности изготовления крупногабаритных изделий сложной формы без дорогостоящей технологической оснастки и оборудования;
- возможность регулирования в широких пределах тепло- и электропроводности, радио- и светопрозрачности в зависимости от типа применяемых армирующих волокон;
- возможность ремонта в «полевых» условиях без применения специального оборудования;
- низкие капитальные затраты на организацию производства изделий из армированных пластиков;
- работоспособность в широком диапазоне температур и напряжений [1].

Самым доступным оказался поликарбонат. В интернет-магазине mir3d.by можно приобрести 0,5 кг PC-пластика за 95,85 BYN. За другие армированные пластики (PEEK, PEI, PA, PPSF/PPSU) придется отдать более 150 BYN (PA-пластик, остальные стоят более 500 BYN). Поэтому, оценка будет производиться на изделии из данного PC-пластика. Ниже будут перечислены кратко свойства данного материала.

Химические свойства PC следующие: устойчив к солям и минеральным маслам, имеет умеренную химическую стойкость к слабым кислотам, не устойчив к щелочам, аминам, аммиаку, альдегидам, кетонам, этиловому спирту, не устойчив к ароматическим углеводородам, к бензину, керосину, анилину, лакам, растворителям, толуолу, метилен хлориду [2].