

УДК 62-791.2

DOI: 10.35211/1990-5297-2025-3-298-55-57

А. А. Кузнецов, А. В. Дроботов, А. А. Курилов

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОДТЕКАНИЯ ПЛАСТИКА В FDM АДДИТИВНЫХ УСТАНОВКАХ*

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: alexsei2003@gmail.com, alexey.drobotov@gmail.com,
aleksandrkurilovd@gmail.com

Предложена автоматическая система для предотвращения подтекания пластика из сопла 3D-принтера во время холостых перемещений. Она основана на перекрытии сопла при падении давления в канале подачи пластика, которое является следствием приостановки подачи материала.

Ключевые слова: 3D-принтер, сопло, филамент

A. A. Kuznetsov, A. V. Drobotov, A. A. Kurilov

DEVELOPMENT OF A DEVICE TO PREVENT PLASTIC LEAKAGE IN FDM ADDITIVE INSTALLATIONS

Volgograd State Technical University

An automatic system is proposed to prevent plastic leakage from the 3D printer nozzle during idle movements. It is based on the closure of the nozzle when the pressure drops in the plastic supply channel, which is a consequence of the suspension of the material supply.

Keywords: 3D printer, nozzle, filament

Технология послойного наплавления *FDM* (*Fused Deposition Modeling*) нашла широкое применение в мелкосерийном производстве, прототипировании и макетировании небольших партий изделий из термопластичных полимеров. Одной из основных проблем при печати данной технологией является подтекание пластика из сопла, что приводит к возникновению «нитей» при свободном перемещении печатающей головки и «капелек» на наружной поверхности деталей, что приводит к ухудшению их внешнего вида.

Способы объемной печати с перекрыванием сопла разрабатывались и изучались многими научными коллективами и компаниями. В исследовании [1] было представлено устройство перекрывающее сопло в трех-сопельной печатающей головке посредством диска, экранирующего нерабочие сопла. В исследовании [2] рассматривается устройство перекрывающее сопло путем перемещения подвижной платформы, которая смещает положения сопел относительно клапана для сопел, запирая отверстия неактивных сопел и открывая отверстие активного сопла. В работе [3] проблема решается путем использования золотника, расположенного с возможностью поворота перпенди-

кулярно продольной оси канала и направляемого через указанный канал. В золотнике в зоне канала выполнено отверстие, выходящее в перепускной канал, который проходит через указанный золотник к перепускной головке. В зависимости от угловых положений золотника пластически деформируемый экструдированный материал может подаваться по канавке в направлении выпускной головки.

Для устранения имеющихся недостатков нами предложено новое техническое решение, схема которого представлена на рис. 1 и заключающееся в следующем. В неактивном состоянии игла перекрывает отверстие сопла, и при

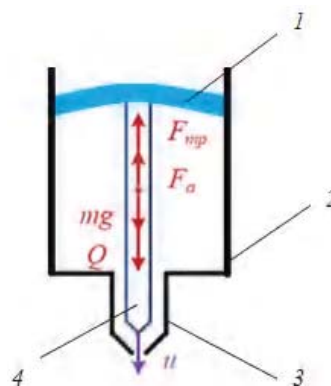


Рис. 1. Расчетная схема движения иглы в расплаве

© Кузнецов А. А., Дроботов А. В., Курилов А. А., 2025.

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и администрации Волгоградской области № 24-29-20242, <https://rscf.ru/project/24-29-20242/>.

холостом ходе печатающей головки расплав не подается. В момент подачи расплава в корпус печатающей головки внутри создается избыточное давление, которое действует на мембрану, к которой прикреплена игла, и сила, действующая на мембрану, вызывает подъем иглы и освобождение отверстия. Таким образом, подача расплава в область печати восстанавливается в нужный момент. Данное решение применимо и для принтеров с несколькими экструдерами.

На иглу, перемещающуюся в расплаве пластика со скоростью u (рис. 1), действуют четыре силы: сила закрытия Q , приложенная к игле со стороны привода; сила тяжести mg , архимедова сила F_a и сила сопротивления вязкой среды $F_{тр}$.

Описание устройства. В блоке 2 корпуса печатающей головки сделаны отверстия под датчик температуры и нагревательный элемент, так же получены каналы для прохождения по ним расплава пластика. Между корпусом и резьбовой втулкой затягивается мембрана 1. Игла 4, которая перекрывает отверстие в сопле 3 устанавливается в мембрану и жестко затягивается с двух сторон гайками, которые накручиваются на саму иглу, тем самым обеспечивается жесткая связь иглы с мембраной. В резьбовую втулку есть возможность закрутить болт для регулировки хода иглы, это необходимо для печати разными пластиками с разной текучестью.

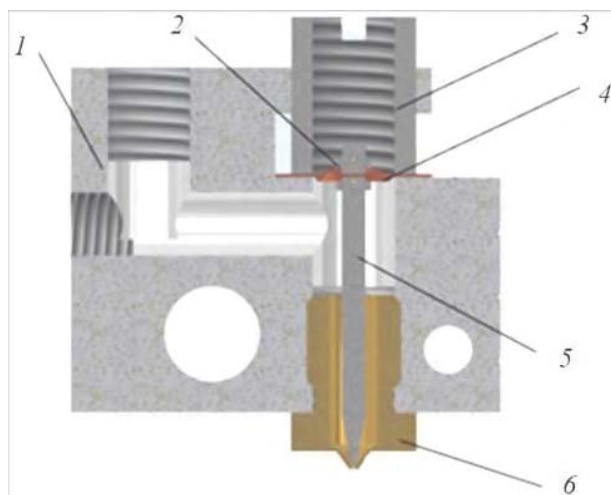


Рис. 2. Вид устройства в разрезе

Описание работы устройства. При поступлении филамента в термобарьер, он расплавляется в каналах внутри корпуса 1, далее расплав поступает в камеру с мембраной 4, которая

прижата к корпусу резьбовой втулкой 3 постепенно создавая на нее давление, при достижении необходимых значений, давление пластика начинает превышать силу упругости мембраны, и игла 5, закрепленная гайками 2, поднимается. Высвобождая отверстие в сопле 6. При холостом перемещении головки 3D принтера давление на мембрану снижается, сила упругости мембраны начинает превышать силу давления на нее, и игла перекрывает отверстие в сопле. Таким образом реализуется функция перекрытия сопла для избегания его подтекания.

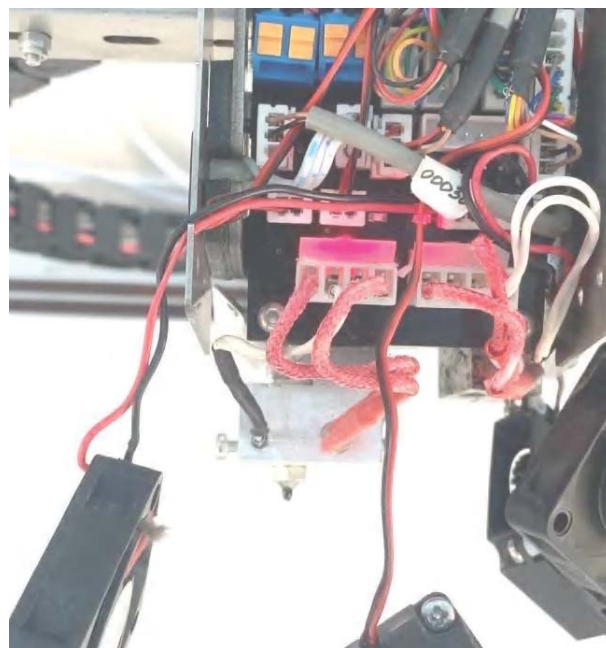


Рис. 3. Устройство в сборе, установленное на принтере

При конструировании изделия нужно было решить проблему с материалом мембраны. Пришлось столкнуться со следующим противоречием: мембрана должна быть упругой, для чего ее следует изготавливать из таких распространенных упругих материалов как термополиуретан (*TPU* или *Flex*). Однако сделать мембрану из таких материалов не представляется возможным, так как температура эксплуатации будет достигать отметку выше 200 °С. В связи с этим было принято решение использовать силиконовый материал с температурой плавления выше 300 °С. Наладить работы с данным материалом удалось следующим образом: фиксация мембраны на игле с помощью двух прижимных гаек с шайбами для предотвращения разрыва материала. Были изготовлены две шайбы из металла для крепления иглы, чтобы снизить давление на мембрану.

Несмотря на то, что разработанное устройство лишено тех недостатков, которые имеют другие устройства автоматического перекрытия сопла, данное устройство нуждается в некоторых доработках, например у мембраны есть сильные ограничения по длине хода, поэтому в дальнейшем придется подбирать композитный материал с большей упругостью.

Помимо этого, программный код требует значительной переработки, так как работу данного механизма необходимо связать с кинематикой принтера, а также с подачей прутка. Данная настройка весьма сложна и требует многочисленных тестов с разными видами пластиков.

Несмотря на перечисленные противоречия данное устройство имеет хороший потенциал для развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство № 189770 Российская Федерация, МПК В29С 64/209, В33У 30/00. Печатающая головка струйного 3d-принтера / Михрютин В. В. ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева». – 2019102635 ; заявл. 30.01.2019 ; опубл. 03.06.2019, Бюл. № 16. – 9 с.
2. Авторское свидетельство № 2609179 Российская Федерация, МПК В29С 67/04, В33У 10/00, В33У 40/00, В29С 41/32, В41F 17/00. Способ печати на струйном 3d-принтере / Исупов В. В. ; Исупов В. В. – 2015137736 ; заявл. 04.09.2015 ; опубл. 30.01.2017, Бюл. № 4. – 13 с.
3. Авторское свидетельство № 2760697 Российская Федерация, МПК В29С 64/209, В29С 48/70, В29С 48/05. Устройство для воздействия на объемный расход пластически деформируемого экструдированного материала / Кристофер Д. ; Фраунгофер-гезельшафт цур фердерунг дер ангевандтен Форшунг Э. Ф. – 2021107010 ; заявл. 05.09.2019 ; опубл. 29.11.2021, Бюл. № 34. – 11 с.