

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036229**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.10.15

(21) Номер заявки
201991469

(22) Дата подачи заявки
2018.11.23

(51) Int. Cl. **B29C 48/365** (2019.01)
B29C 64/255 (2017.01)
B29C 64/209 (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(54) РОТОРНО-ПОРШНЕВАЯ ЭКСТРУЗИОННАЯ ГОЛОВКА 3D ПРИНТЕРА

(31) **2017/1135.1**

(32) **2017.12.05**

(33) **KZ**

(43) **2019.11.29**

(86) **PCT/KZ2018/000018**

(87) **WO 2019/112403 2019.06.13**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**ТЕМИРБУЛАТОВ МАРАТ
САГИМБЕКОВИЧ (KZ)**

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) WO-A1-2018115467
RIABININ D.D. et al. Smesitelnye mashiny
dlia plastmass i rezinovykh smesei. Moskva,
Mashinostroenie, 1972, sp. 72-75, 77, 78, Fig. 25, 26
US-A1-2001045678

(57) Изобретение относится к области 3D печати, в частности к экструзивному методу (Material Extrusion) - послойному нанесению расплавленного строительного материала через экструзионную головку (экструдер). Устройство позволяет использовать при печати широкую гамму материалов: жидких, пастообразных или расплавов (в том числе металлов), а также использовать предварительно подготовленное вторичное сырьё. Экструдер представляет из себя изготовленную в едином корпусе загрузочную камеру, съемную рабочую камеру с движущимся в ней трёхгранным ротором (поршнем) и эксцентриковым приводным валом, а также присоединенным к корпусу экструзионным наконечником со съемным соплом на конце и встроенными термодатчиком и нагревательным элементом. В корпусе размещены как минимум один нагревательный элемент и термодатчик. Экструдер расположен на монтажной раме с приводным двигателем, которая крепится к подвижной площадке 3D принтера.

B1**036229****036229****B1**

Изобретение относится к области 3D печати, аддитивным технологиям (Additive Manufacturing) - обобщенное название технологий создания объектов по данным цифровой модели (CAD - модели) методом послойного добавления материала), в частности к экструзивному методу (Material Extrusion) - послойному нанесению расплавленного строительного материала через экструдер.

Из уровня техники известны технические решения, сущность которых заключается в том, что экструзионная головка 3D принтера (экструдер) выдавливает на платформу - основу, в плоскости XY, капли рабочего материала, которые, застывая, формируют слои будущего объекта по заранее подготовленной CAD-модели. Затем экструдер перемещается по оси Z, перпендикулярной плоскости XY, на шаг и процесс построения повторяется до полного построения модели.

Технология 3D печати известна, в частности, из описаний к патентам США.

US 5121329, (Stratasys, Inc.), опубликованный 09.06.1992 г., - "Apparatus and method for creating three-dimensional objects";

US 5340433, (Stratasys, Inc.), опубликованный 23.08.1994 г., - "Modeling apparatus for three-dimensional objects";

US 5738817, (Rutgers, The State University), опубликованный 14.04.1998 г., - "Solid freeform fabrication methods".

В указанных патентах описана технология 3D печати, а также исполнительное устройство, в частности экструзионная головка (экструдер), печатающая термопластиком или композитными материалами, содержащими различные добавки, но основанными на термопластиках, изготовленными в виде гибкой нити. Нить (филамент) поступает в экструдер, в котором разогревается до жидкого состояния и выдавливается через сопло экструдера.

Недостатком такого решения является ограничение по скорости экструзии материала, ограничение по используемым материалам - только термопластики и композиты на их основе, только в виде нити определенного диаметра.

CN 205272603, (Nanjing Baichuan Xingyuan Laser Tech CO LTD), опубликованный 01.06.2016 г., "Screw rod advancing mechanism of 3D print pen ink".

В данном патенте указана экструзионная головка (экструдер) шприцевого типа, с прямым приводом. Экструдеры такого типа работают с жидкими, гелеобразными, пастообразными материалами, такими как, например, биочернила, керамическая глина, силикон и т.д.

Главным недостатком такого решения является контроль объема экструзии путем давления на всю массу. Это хорошо работает с небольшими по объему экструдерами, но при увеличении объемов резко возрастает требование к приводному механизму, что делает экструдер более громоздким, это также увеличивает время старта и остановки экструзии.

Известно также устройство "Вязкостный насос для систем осаждения на основе экструзии", US 20080213419 (Stratasys, Inc.), опубликованный 04.09.2008 г., "Viscosity pump for extrusion-based deposition systems".

В данном экструдере основным рабочим элементом является объемный насос винтового типа, в котором расплавленный материал перемещается вдоль оси винта в камере, образованной винтовыми канавками и поверхностью корпуса и выдавливается через сопло.

Недостатками известного технического решения является сложность конструкции, ограничения по применяемым материалам, в данном случае термопласты в виде нити.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение, предполагает расширить возможности печати экструдером по рабочим материалам. Например, при печати термопластиками использовать сырьё (гранулы), из которых они изготовлены, получить возможность использования вторичного сырья, предварительно механически измельчив до требуемых размеров частиц, или печать пастообразными материалами, состоящими из связующего и сыпучего материала с дальнейшей термической обработкой, получить возможность построения материалами, которые ранее не использовались в экструзивном методе печати.

Указанная задача достигается роторно-поршневой экструзионной головкой 3D принтера (экструдером), характеризующейся тем, что в едином корпусе находятся загрузочная камера и рабочая камера специального профиля в виде эпитрохоиды, в которой движется ротор (поршень).

Эксцентриковый вал с подвижной посадкой на конус, расположенный по центру рабочей камеры, на эксцентрик которого расположен ротор.

Трехгранный ротор (поршень), имеющий форму треугольника с дугообразными сторонами и центральным посадочным отверстием, на одном из торцов которого расположена шестерня внутреннего зацепления, ось которой совпадает с осью посадочного отверстия.

Фронтальную герметичную крышку рабочей камеры с неподвижной шестерней, ось которой совпадает с осью эксцентрикового вала.

Заднюю герметичную крышку с отверстием для эксцентрикового вала и с местом для крепления к монтажной раме.

Монтажную раму для крепления экструдера и мотора привода, а также для крепления к подвижной площадке принтера.

Экструзионный наконечник, присоединенный к корпусу, имеющий на противоположном конце съёмное заменяемое сопло, а также встроенные термодатчик и нагревательный элемент.

Загрузочная камера, рабочая камера и экструзионный наконечник соединены проходящим через них проточным каналом, который смещён от центра эксцентрикового вала в направлении движения ротора при экструзии на определённое расстояние.

Рабочая камера выполнена съёмной и может быть изготовлена из различных материалов, устанавливается в пазовое углубление, фиксируется фронтальной крышкой.

В корпусе размещены по меньшей мере один нагревательный элемент и термодатчик.

Корпус может быть выполнен из любых подходящих материалов.

Рабочая камера может быть изготовлена непосредственно в корпусе.

Вершины ротора могут быть выполнены с радиальными уплотнителями в виде пластин или роликов или иным способом.

Места соединения крышек с корпусом и вал привода герметизируются одним из известных способов.

Приводной мотор может комплектоваться редуктором и соединяться с эксцентриковым валом посредством муфты или иным способом.

Рабочая и загрузочная камеры могут быть выполнены с дополнительным каналом для возврата излишков материала в загрузочную камеру.

Подача рабочего материала производится непосредственно в загрузочную камеру в виде сыпучих материалов, жидкостей, паст или расплавов. Для этого могут быть использованы дополнительные насадки, закрепляемые поверх загрузочной камеры в виде воронки, или, например, цилиндра с подпружиненным поршнем, либо штуцера с трубкой для подачи жидкостей, или какой-то "заправочной станции", оборудованной на устройстве печати (принтере), и периодически подающей расплав в загрузочную камеру экструдера.

Технический результат заявленного изобретения выражается в расширении возможностей печати, роторно-поршневой экструзионной головкой 3D принтера (экструдером), широкой гаммой материалов, применяемых в экструзивном методе построения, а также расширение возможности печати, например расплавами металлов и их сплавов или другими ранее не используемыми материалами.

Изобретение поясняется чертежами, которые не охватывают и тем более не ограничивают весь объем притязаний данного технического решения, а являются лишь иллюстрирующими материалами.

На фиг. 1 показан общий вид в сборе экструдера, рамы и приводного двигателя в перспективе;

на фиг. 2 - разрез экструдера А-А;

на фиг. 3 - разрез экструдера Б-Б;

на фиг. 4 - разрез экструдера Б-Б в изометрии.

Заявляемое устройство состоит из корпуса (1), в который установлены нагревательные элементы (17), представляющие из себя патронные тэны (картриджные нагреватели), термодатчик (18) типа термопары или терморезистора и выполненной в верхней части корпуса загрузочной камеры (2). В нижней части корпуса присоединен экструзионный наконечник (12), имеющий съёмное заменяемое сопло (13), и встроенные термодатчик (14), и нагревательный элемент (15). Фронтальная крышка (7) герметически закрывает размещённую в корпусе съёмную рабочую камеру (3). На противоположной стороне размещена задняя герметичная крышка (9), закреплённая к ней монтажная рама (10) и приводной двигатель (11). В рабочей камере (3) размещен трёхгранный ротор (поршень) (4), посаженный на эксцентрик эксцентрикового вала (5), шестерня (6) на торце ротора находится в зацеплении с неподвижной шестерней (8), расположенной на фронтальной крышке (7). Загрузочная камера, рабочая камера и экструзионный наконечник соединены проходящим через них проточным каналом (16).

Заявляемое устройство работает следующим образом: рабочий материал размещается в загрузочной камере (2), где подвергается, если необходимо, нагреву до состояния расплава посредством нагревательных элементов (17) с контролем температуры термодатчиком (18). Далее при вращении эксцентрикового вала (5) происходит всасывание расплава в рабочую камеру (3). При вращении эксцентрикового вала (5) ротор (4) совершает планетарное движение, вращаясь вместе с валом, одновременно вращается вокруг своей оси на эксцентрик вала (5) за счет обкатывания его шестерней (6) неподвижной шестерни (8), расположенной на фронтальной крышке (7). Вращаясь, ротор (4) создает в верхней части рабочей камеры (3) вакуум с одновременным созданием в нижней части рабочей камеры (3) напорного давления. Это свойство определено конструкцией рабочей камеры специального профиля (3), трехгранного ротора (4) и смещенного проточного канала (16), что позволяет хорошо отделить напорную гидролинию от всасывающей и одновременно позволяет всасывать рабочий материал с одной стороны и выдавливать его с другой с постоянным давлением. По проточному каналу (16) в экструзионном наконечнике (12) рабочий материал через сопло (13) выдавливается на строящуюся поверхность. Для контроля и поддержания определённой температуры выдавливаемого рабочего материала в экструзионном наконечнике (12) расположены нагревательный элемент (15) и термодатчик (14).

Одна из причин, по которой рабочая камера выполняется съёмной, - это возможность печати разными материалами. Пример: в пробах печати оловянно-свинцовым припоем ПОС 61 рабочая камера, выполненная из латуни, была заменена на графитовую для предотвращения взаимодействия припоя и

материала изготовления рабочей камеры. Профиль рабочей камеры выполнен в виде двухдуговой эпитрохоиды, полученной обкатыванием большой шестерней внутреннего зацепления неподвижной малой шестерни, производящая точка лежит вне движущейся окружности, в нашем случае это вершина ротора. Параметрическое уравнение эпитрохоиды можно записать в виде

$$X(t) = R(1/3 \cos 3t + C \cos t) \quad (1)$$

$$Y(t) = R(1/3 \sin 3t + C \sin t)$$

$$0 \leq t \leq 2\pi$$

где R - радиус обкатывающего (производящего) круга (большой шестерни);

a - производящий радиус (расстояние от центра ротора до вершины);

C - относительная величина радиуса (a) к радиусу (R), $C=a/R$;

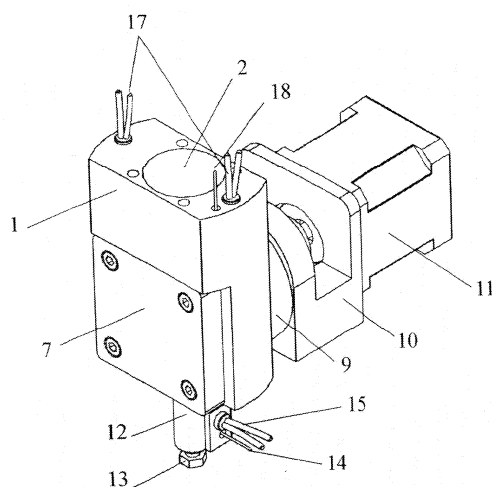
t - угол поворота образующего круга относительно оси абсцисс (угол поворота ротора).

(Бениович В.С., "Роторно-поршневые двигатели", стр. 81, Москва, "Машиностроение", 1968 г.)

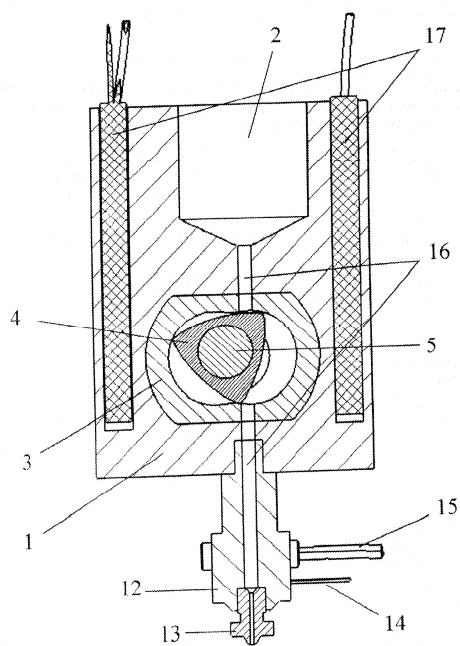
Испытания экструдера проводились на настольном 3D принтере из большого семейства RepRap (3D принтеры с открытым исходным кодом reprap.org), электроника которого управляется процессором Atmel AVR, выполненной на базе микроконтроллера Arduino (reprap.org/wiki/Arduino_Mega), с прошивкой Marlin (reprap.org/wiki/Marlin/ru).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

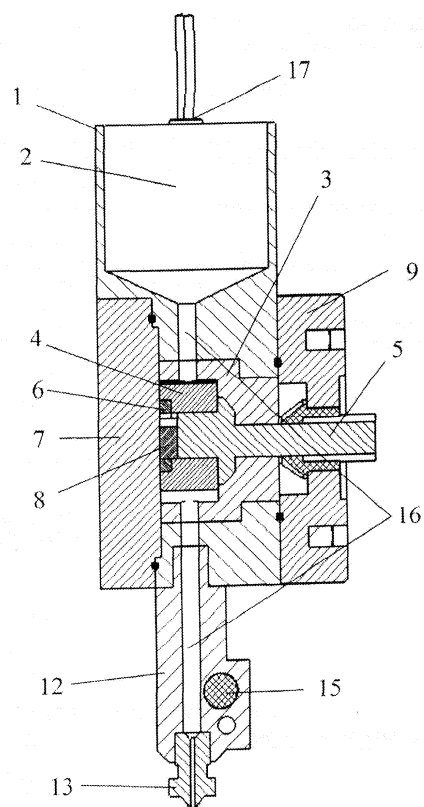
1. Роторно-поршневая экструзионная головка 3D принтера включает в себя корпус с загрузочной и рабочей камерами; по меньшей мере один нагревательный элемент и термодатчик, размещенные в корпусе; экструзионный наконечник, содержащий встроенные термодатчик и нагревательный элемент, присоединенный одним концом к корпусу и имеющий съёмное заменяемое сопло на противоположном конце, отличающаяся тем, что рабочая камера выполнена с профилем в виде эпитрохоиды с размещённым внутри приводным эксцентриковым валом, ось которого совпадает с осью симметрии рабочей камеры, а на эксцентрике вала размещен с возможностью вращения трёхгранный ротор-поршень с шестерней внутреннего зацепления; рабочая камера соединена проточными каналами с загрузочной камерой и экструзионным наконечником, и дополнительно включает в себя фронтальную герметичную крышку рабочей камеры с неподвижной шестерней на внутренней поверхности, ось которой совпадает с осью эксцентрикового вала, входящей в зацепление с шестерней ротора-поршня; заднюю герметичную крышку с отверстием для хвостовика эксцентрикового вала.
2. Роторно-поршневая экструзионная головка 3D принтера по п.1, отличающаяся тем, что рабочая камера выполнена съёмной.
3. Роторно-поршневая экструзионная головка 3D принтера по пп.1, 2, отличающаяся тем, что эксцентриковый приводной вал выполнен с подвижной посадкой в рабочей камере на конус.
4. Роторно-поршневая экструзионная головка 3D принтера по пп.1-3, отличающаяся тем, что рёбра ротора-поршня содержат радиальные уплотнители.



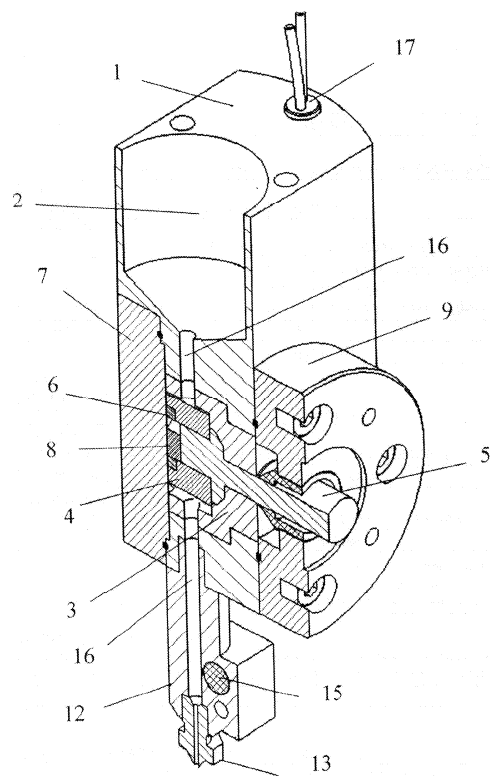
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

