

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202000250** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.01.31

(51) Int. Cl. **B33Y 10/00** (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.07.06

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(96) 2020/EA/0042 (BY) 2020.07.06

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
**ЧИВЕЛЬ ЮРИЙ
АЛЕКСАНДРОВИЧ; ЖАРСКИЙ
ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ (BY)**

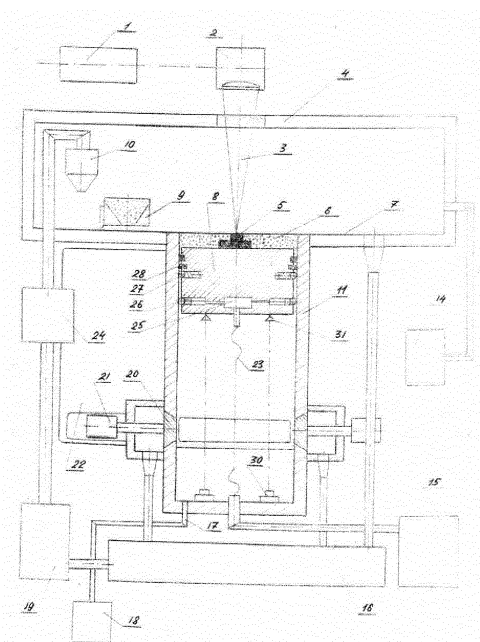
- (57)** Изобретение относится к области высокоэнергетической обработки материалов, а именно к получению изделий из порошков с применением потоков излучения и частиц, и может быть использовано в селективном спекании или плавлении. Способ включает последовательное нанесение слоев порошка определенной толщины при вертикальном перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием, программируемое селективное спекание/плавление заданной области в плоскости каждого слоя. Способ отличается тем, что вертикальное перемещение поршня осуществляется пневматически с высокой точностью не хуже 10 мкм при горизонтировании поверхности поршня с помощью гидравлической или пневматической системы, расположенной внутри поршня. Способ отличается тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют гидравлически. Способ отличается тем, что горизонтирование поверхности поршня осуществляют механически с помощью системы шариковинтовых пар с серво- или шаговым приводом. По окончании процесса спекания изделия поршень опускают вниз, неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют. Изделие вывозят из рабочего бункера через сдвигаемую боковую стенку рабочего бункера, а порошок после просеивания для удаления дефектного порошка возвращают в бункера-питатели для повторного использования. Устройство для реализации способа содержит рабочую камеру с входным окном, лазер, рабочий бункер с поршнем, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка. Устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной пневматической системой и гидравлической (пневматической) системой горизонтирования поршня. Кроме того, устройство дополнительно снабжено измерительными рейками на основе магнитострикционного датчика для измерения положения поршня с точностью 10 мкм или устройство дополнительно снабжено интерференционными оптическими датчиками для измерения положения и горизонтальности поршня с точностью 10 мкм. Устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной гидравлической системой. Горизонтирование поверхности поршня осуществляют механически с помощью системы шариковинтовых пар с серво- или шаговым приводом. Технический результат - возможность изготовления крупногабаритных изделий с высокой точностью, повышение качества получаемого изделия при вертикальных габаритах устройства, незначительно превышающих вертикальные габариты изделия.

202000250

A1

A1

202000250



СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится к области аддитивных технологий и может быть использовано при получении объемных изделий из порошков .

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Процесс подъема и опускания с высокоточным контролем положения является важным применением в различных отраслях промышленности. Примером такого поднятия и опускания является процесс спекания изделий из порошка металла и керамики в 3D-принтерах. Сложно спроектировать механизм и контроллер для точного перемещения базового стола, потому что он должен контролировать базовое положение системы с большой площадью и весом, изменяющимся в большом диапазоне. Кроме того, трение в системе будет меняться соответственно. Это приводит к низкой точности при больших нагрузках.

Известен способ получения изделий из порошков [1], состоящий в последовательном нанесении слоев из различных порошков и их селективном спекании. Однако данный способ не позволяет изготовить с высокой точностью (10мкм) крупногабаритные изделия из металлов и керамики размером 1000х1000х1000мм и более так как для вертикального перемещения используются электромеханические системы , например на основе шарико-винтовых пар [2] с крайне ограниченной нагрузочной способностью.

Наиболее близким по технической сущности является способ получения объемных изделий из порошков [3], состоящий в последовательном нанесении слоев из различных порошков и их селективном спекании. В этом способе для вертикального перемещения изделия используется гибридная система на основе двигателя постоянного тока с шарико - винтовой парой и пневматического привода.

Этот пневматический привод предназначен для выдерживания большой нагрузки, а двигатель постоянного тока и шариковый винт предназначены для управления положением. Но данная гибридная система имеет большие габариты в вертикальном направлении более чем вдвое превышающая высоту изготавливаемой детали, кроме того пневматический привод работает при больших давлениях в рабочем цилиндре, что создает проблемы с утечкой рабочего вещества – газа, его сжимаемостью и приводит к низкой точности вертикального перемещения и точности изготовления изделия.

Известно устройство для послойного лазерного спекания изделий из порошковых материалов [4], содержащее рабочую камеру, лазер, оптически связанный с фокусирующей системой и системой сканирования луча, рабочий бункер, поршень с электромеханическим приводом вертикального перемещения, перемещающий слой порошка и изделие, бункер-питатель, роллер засыпки и укладки порошка. Поршень расположен консольно по отношению к шарико-винтовой паре. С помощью данного устройства невозможно получить с высокой точностью (10мкм) крупногабаритные изделия из металлов и керамики размером 1000х1000х1000мм и более по причине низкой нагрузочной способности шарико-винтовых передач, а вес нагрузки может достигать десятков тонн. Кроме того возникают сложности с герметизацией заполненного порошком рабочего объема.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является представленное в [3] устройство для послойного спекания изделий из порошковых материалов, содержащее рабочую камеру, лазер с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер, заполненный порошком, гибридную систему на основе двигателя постоянного тока с шарико-винтовой парой и пневматического привода. Этот пневматический привод предназначен для выдерживания большой нагрузки, а двигатель постоянного тока и шариковый винт предназначены для управления положением. Но данная гибридная система имеет большие габариты в вертикальном направлении более чем вдвое превышающая высоту изготавливаемой детали, кроме того пневматический привод работает при больших давлениях в рабочем цилиндре, что создает проблемы с утечкой рабочего вещества – газа, его сжимаемостью и приводит к низкой точности вертикального перемещения и точности изготовления изделия.. Используя данное устройство невозможно получить с высокой точностью (10мкм) крупногабаритные изделия из металлов, пластиков и керамики размером 1000х1000х1000мм и более.

Задачей данного изобретения является разработка способа получения объемных изделий из порошков, позволяющего получить спеченные крупногабаритные изделия из порошков с габаритами 1000х1000х2000мм и более с точностью не хуже 10 мкм и устройств для его реализации.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для решения поставленной задачи предложен способ, который включает последовательное нанесение слоев порошка при перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием в вертикальном направлении и программируемое селективное спекание/плавление заданной области в плоскости каждого слоя.

При этом вертикальное перемещение изделия осуществляется пневматической или гидравлической системой, при этом воздействие газа или жидкости осуществляется на всю рабочую поверхность поршня рабочего бункера. Горизонтирование поверхности поршня осуществляется специальной пневмо или гидравлической системой встроенной в объем поршня. В другом варианте горизонтирование осуществляют механически, с помощью нескольких шариковинтовых пар с сервоприводом. Перемещение поршня и горизонтальность его поверхности контролируется с помощью магнитострикционных датчиков или интерференционных датчиков и ПИД контроллера обратной связи с точностью не хуже 10 мкм

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На рис. 1 представлена схема первого варианта устройства

На рис. 2 представлена схема второго варианта устройства

На рис.3 представлена схема третьего варианта устройства

ДЕТАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Сущность способа поясняется чертежом на Фиг.1. На поршень 6 рабочего бункера (фиг. 1) наносят слой порошка. После спекания заданной области 5 слоя порошка 1 (фиг.1) поршень рабочего бункера 6 со спеченным изделием перемещают вниз на толщину следующего слоя. Перемещение поршня осуществляют путем удаления части газа из полимерной гофрированной цилиндрической емкости 16 специальной конструкции с площадью оснований равной площади поршня и опускания поршня под собственным

весом и весом изделия и порошка в слое. При этом необходимое давление газа в емкости для уравнивания поршня создается пневматической системой 18 и не превышает одной - двух избыточных атмосфер. Перемещение поршня контролируется с помощью магнитострикционных датчиков 29 (Рис.1) или интерференционных датчиков 30 (Рис.2) и ПИД контроллера обратной связи с точностью не хуже 10 мкм [4]. Для перемещения поршня с площадью 1000x1000мм при перемещении на 1 мкм необходимо удалить объем газа 1 см³ что легко осуществляется игольчатым клапаном с точностью не хуже 0.1 см³. Во втором варианте способа вертикальное перемещение поршня контролируется гидравлически с заполнением подпоршневого пространства жидкостью.

Для обеспечения горизонтальности поверхности поршня его конструкция имеет систему специальных упоров с роликами 27 представленных на рис 1. Для создания усилий и получения кренящего момента используется гидравлическая или пневматическая система 25, расположенная внутри рабочего поршня и питающаяся через гибкий шланг 23 от гидросистемы или пневмосистемы 15. В другом варианте (Рис.3) устройства горизонтальность поршня обеспечивается консольной системой 34 с четырьмя шариковинтовыми парами 33 с серво или шаговыми двигателями 32, расположенными в углах рабочего бункера. Шариковинтовые пары закрыты от попадания порошка металлическими роллетами 35.

Повторяют процесс необходимое число раз получая в итоге крупногабаритное 3D изделие. По окончании процесса спекания изделия поршень опускают в нижнее положение и неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют через боковые отверстия 20 и извлекают объемное изделие через сдвижную стенку 22 рабочей камеры вбок в отсек для дальнейшей обработки.

В другом варианте метода (Рис.2) жидкость или газ занимают весь объем под поршнем и герметичная изоляция объема обеспечивается уплотнением поршня и уплотнения системы лючков для сброса порошка. При давления 1-2 атм это обеспечивается стандартными уплотнителями 28.

Задачей заявляемого изобретения является расширение функциональных возможностей устройств селективного лазерного спекания с целью получения крупногабаритных изделий из порошков путем реализации предлагаемого способ получения таких изделий. Для решения поставленной задачи в первом варианте предлагается устройство для получения изделий из порошков, содержащее рабочую

камеру, лазер, оптически связанный с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер с поршнем, перемещающим слой порошка и изделие в вертикальном направлении, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка. Устройство дополнительно снабжено герметичной гофрированной пластиковой емкостью с боковыми роликами заполненной газом размещенной в пространстве рабочего бункера под поршнем на которой и лежит поршень. Площадь горизонтального сечения емкости равна площади поршня рабочей камеры. Перемещение поршня в вертикальном направлении осуществляется абсолютно герметичной пневматической системой при максимальном избыточном давлении не более одной -двух атмосфер. Кроме того устройство дополнительно снабжено 2-4 измерительными рейками 29 на основе магнитострикционного датчика для измерения положения поршня с точностью 10 мкм и системой обратной связи на ПИД контроллерах. Современные электронные системы управления пневмо-гидравлическими системами перемещений позволяют получить точность не хуже 5 мкм [4]. В другом варианте устройства контроль вертикального перемещения с точностью не хуже 10 мкм осуществляется тремя интерференционными датчиками 30 с уголковыми отражателями 31 , расположенными в пространстве под поршнем (Рис2).

Кроме того устройство дополнительно снабжено сдвигаемой задней стенкой рабочего бункера 22 для вывоза крупногабаритного изделия из рабочего бункера для последующей обработки.

Сущность изобретения поясняется чертежами (фиг. 1,2), где:

1 -лазер, 2-система сканирования и фокусировки луча, 3 – поверхность спекания, 4- слой порошка, 5 – изделие, 6 – поршень рабочего бункера, 7 – технологическая камера, 8 – рабочий бункер, 9 – система вакуумной откачки и газовая система, 10 – емкость сбора порошка, 11-отверстия системы удаления порошка, 12 – система вакуумной транспортировки порошка, 13 – каретка засыпки и укладки порошка, 14 – бункер – питатель.15 – система очистки порошка, 16 – полимерная гофрированная емкость, 17 - пневматическая (гидравлическая) система горизонтирования поршня, 18- гидро (пневмо) генератор, 19 – система очистки порошков . 20- заслонка ; 21 – двигатель открытия заслонки ;22 – сдвигаемая стенка рабочего бункера. 23 – шданг; 24- система вакуумной транспортировки; 25 – пневмо(гидро) система горизонтирования поршня;26 – пневмо (гидро) цилиндр с роликом; 27- пружина с роликом; 28 – уплотнение; 29 – магнито-стрикционный датчик, 30 – интерференционный датчик перемещений с уголковым отражателем 31.

Устройство работает следующим образом. Рабочая камера вакуумируется и при необходимости заполняется газом из газовой системы 14. Каретка засыпки и укладки порошков 9 заполняются порошком из бункера питателя 10. На поршне 6 рабочего бункера 9, находящегося в некотором исходном положении наносится слой порошка 6 (Фиг.1 А) и осуществляется спекание области порошка 5. Поршень рабочего бункера 6 опускают на высоту спекаемого слоя путем удаления газа из подпоршневого пространства и наносят с помощью каретки следующий слой порошка 6 (Фиг.1). Укладка из емкости каретки производится путем дозированного сброса порошка на поверхность и его разравнивания ножом данной каретки. Затем проводится селективное спекание слоя. Контроль вертикального перемещения и горизонтальности поверхности поршня осуществляют интерференционными оптическими датчиками 30.

По окончании процесса спекания изделия поршень опускают вниз до упора и через отверстия 20 системы удаления порошка неспеченный порошок из рабочего бункера удаляют в емкость 16, и далее порошок транспортируется в систему очистки порошков 19. Очищенный порошок возвращают в бункер – питатель 10 для повторного использования с помощью системы вакуумной транспортировки 24. Для извлечения изделия открывают заднюю стенку рабочей камеры 22 и вывозят платформу с изделием в модуль очистки и обработки.

Использование пневматической системы вертикального перемещения поршня с изделием при полной механической автономности поршня позволяет значительно расширить возможности метода селективного лазерного спекания на область высокоточного производства крупногабаритных изделий из металлов, керамики и пластиков.

В другом варианте устройства (Рис.2) подпоршневое пространство заполнено жидкостью, при давлении 1-2атм а контроль вертикального перемещения с точностью не хуже 10 мкм осуществляется магнитострикционными датчиками, расположенными в стенках рабочей камеры (рис.1). При столь малых давлениях уплотнение поршня рабочей камеры осуществляется стандартными уплотнениями 28.

В третьем варианте устройства (Рис.3) для горизонтирования поверхности поршня используются шарико-винтовые приводы (32- 34), расположенные по углам рабочего цилиндра и уплотняемые ленточными стальными роллетами 35.

Таким образом заявляемый метод и устройства для его осуществления позволяют изготавливать методом селективного спекания/плавления

крупногабаритные 3Д изделия из металлов, керамики и пластиков более 1000х1000х 2000 мм и весом более 10 тонн с точностью не хуже 10 мкм. При это вертикальные габариты устройств незначительно превышают высоту изделий.

Литература

1. Deckard C. , Beamon J. et al. // US Patent № 5155324 , 13.10.1992
2. High Performance Linear actuators for additive manufacturing , using selective laser melting// www.atlantadrivers.com.
3. Gridsada Phanomchoeng , Ratchatin Chanchaoen Hybrid Motor System for High Precision Position Control of a Heavy Load Plant//Engineering Journal
4. DMP Factory 500 // www.3D Systems.com
5. Ji-Seong Jang, Jung-Hoan Byun. A method of accurate position control with a pneumatic cylinder driving apparatus // Journal of Mechanical Science and Technology July 2006, Volume 20, Issue 7, pp 993–1001|

Формула изобретения

1. Способ получения крупногабаритных объемных изделий из порошков, включающий последовательное нанесение слоев порошка при вертикальном перемещении поршня рабочего бункера со спекаемым изделием и программируемое селективное спекание заданной области в плоскости каждого слоя, отличающийся тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют пневматически при горизонтировании поверхности поршня с помощью гидравлической или пневматической системы расположенной внутри поршня .
2. Способ по п. 1 отличающийся тем, что вертикальное перемещение поршня рабочего бункера на величину толщины слоя осуществляют гидравлически.
3. Способ по п.1 отличающийся тем, что горизонтирование поверхности поршня осуществляют механически с помощью системы шариковинтовых пар с серво или шаговым приводом.
4. Устройство для получения объемных изделий из порошков, содержащее рабочую камеру с входным окном, лазер, оптически связанный с системой сканирования и фокусировки луча, рабочий бункер с поршнем, выполненный с возможностью перемещения слоя порошка и спекаемого изделия в вертикальном направлении, бункер-питатель, каретку засыпки и укладки порошка, отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной пневматической системой поддержки поршня с изделием, а поршень снабжен гидравлической или пневматической системой обеспечения горизонтальности поверхности поршня . Кроме того устройство дополнительно снабжено измерительными рейками на основе магнитострикционного датчика для измерения положения поршня с точностью 10 мкм или контроль вертикального перемещения с точностью не хуже 10 мкм осуществляется 3 интерференционными датчиками, расположенными в пространстве под поршнем. Кроме того устройство дополнительно снабжено сдвигаемой задней стенкой рабочего бункера и для вывода изделия в горизонтальном направлении из рабочего бункера для последующей обработки.
5. Устройство по п.4 отличающееся тем, что устройство дополнительно снабжено абсолютно герметичной гидравлической системой перемещения поршня с изделием.
6. Устройство по п.4 отличающееся тем , что горизонтирование поверхности поршня осуществляют тремя или четырьмя шариковинтовыми парами с серво или шаговыми приводами.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

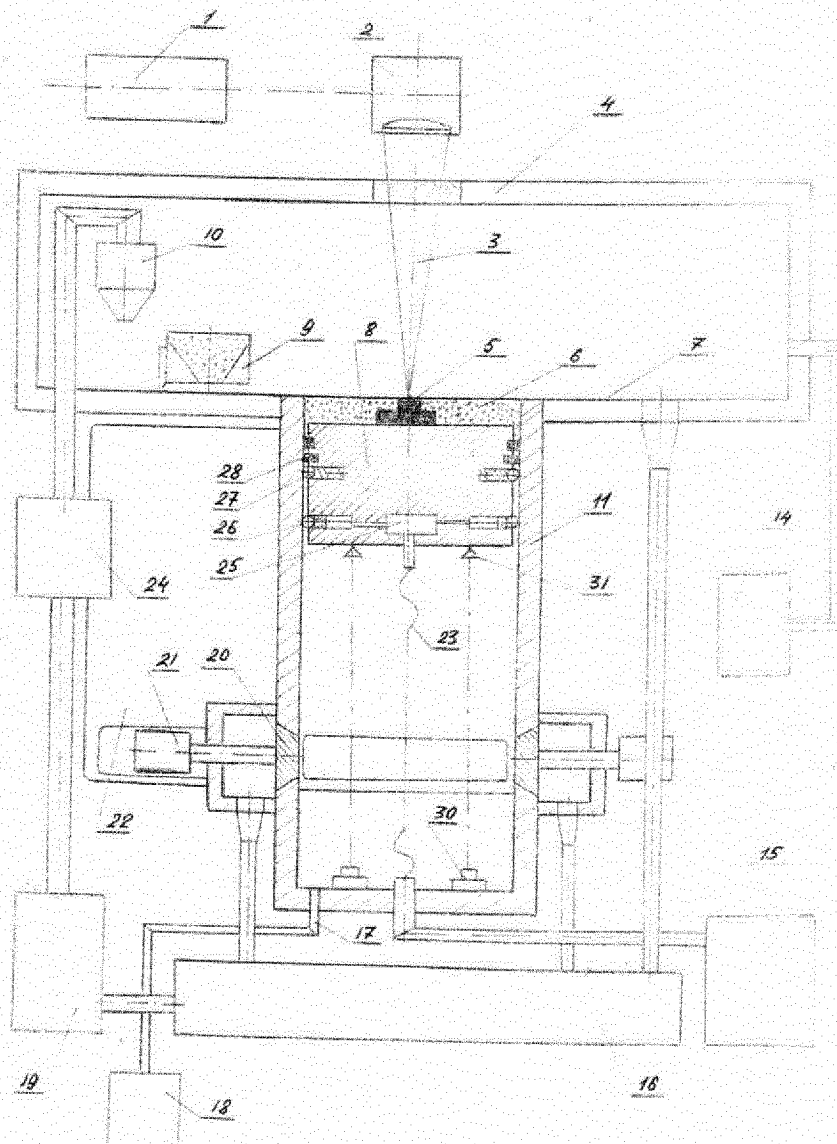


Рис.1

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

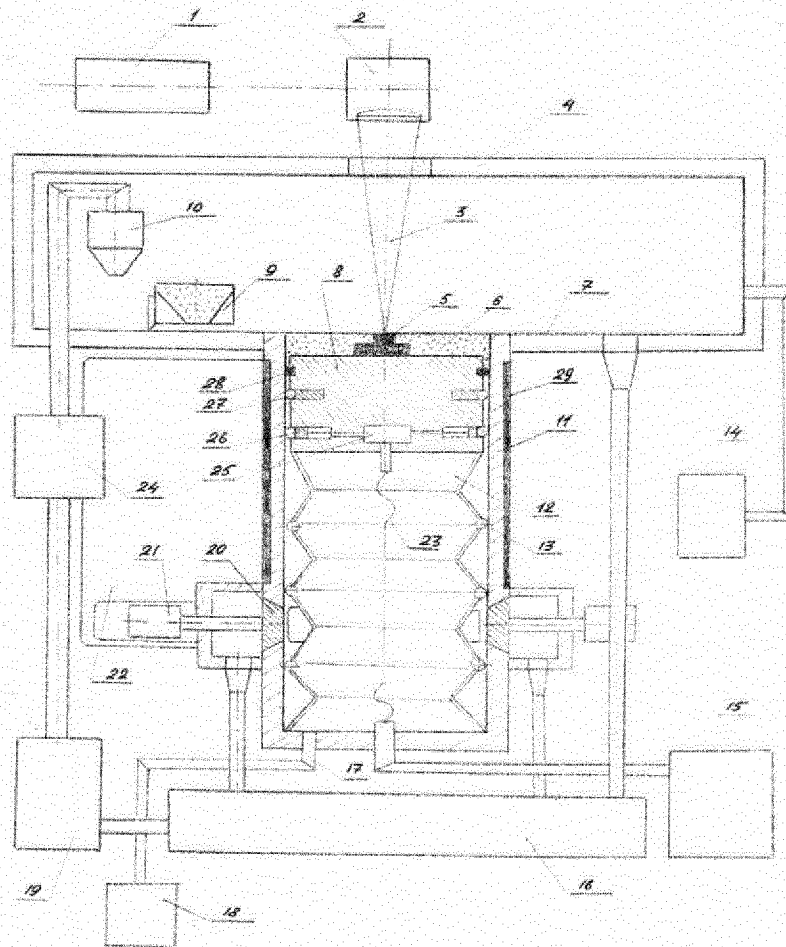


Рис.2

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

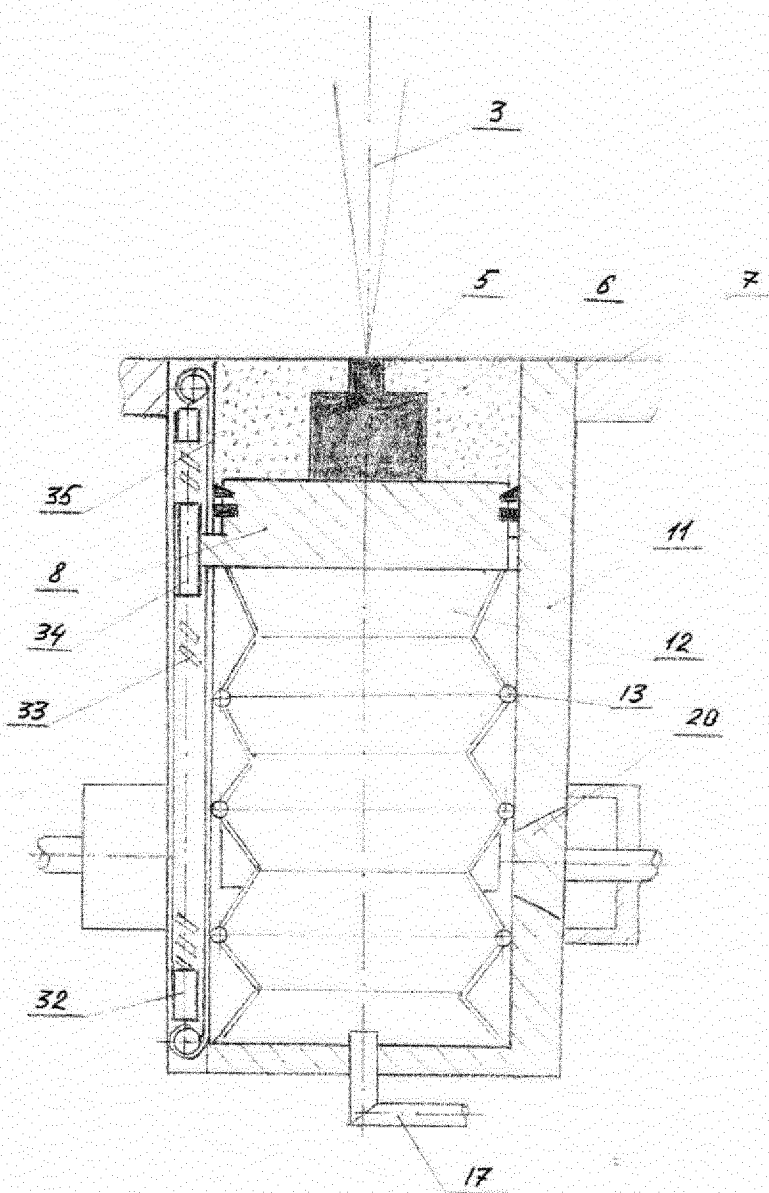


Рис 3

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202000250

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B29C 64/00, 64/135, 64/153, 64/25, 64/364, 67/00, 67/04, B33Y 10/00, 30/00, 40/00, 50/02

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Espacenet, Google Patents

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	Gridsada Phanomchoeng etc. Hybrid Motor System for High Precision Position Control of a Heavy Load Plant. Engineering Journal, 2019, Vol. 23, No. 6, p. 161-173	1-6
A	EP 3492244 A1 (VELO3D INC) 2019.06.05, весь документ	1-6
A	CN 207563741 U (SHUNDE POLYTECHNIC) 2018.07.03, реферат, фиг. 1	1-6
A	US 2007/0057412 A1 (3D SYSTEMS INC) 2007.03.15, пункты формулы 1, 9	1-6

☐ последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **25/02/2021**

Уполномоченное лицо:

И.о. начальника отдела механики,
физики и электротехники



В.Ю. Панько