



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B29C 64/20 (2021.08); B22F 3/105 (2021.08); B29C 64/205 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021123718, 10.08.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 10.08.2021

Дата регистрации:
 07.12.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.08.2021

(45) Опубликовано: 07.12.2021 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
 127994, Москва, ГСП-4, Вадковский пер., 1,
 ФГБОУ ВО "МГТУ "СТАНКИН", УИС

(72) Автор(ы):

Назаров Алексей Петрович (RU),
 Смирнов Антон Викторович (EE),
 Тарасова Татьяна Васильевна (RU),
 Егоров Сергей Александрович (RU),
 Хмыров Роман Сергеевич (RU),
 Солис Пинарготе Нестор Вашингтон (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Московский государственный
 технологический университет "СТАНКИН"
 (ФГБОУ ВО "МГТУ" СТАНКИН") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2710823 C1, 14.01.2020. RU
 2487779 C1, 20.07.2013. RU 154761 U1, 10.09.2015.
 RU 164759 U1, 10.09.2016. WO 2018200628 A1,
 01.11.2018. US 7789037 B2, 07.09.2010.

(54) Устройство для получения изделий из полимеров посредством послойного синтеза

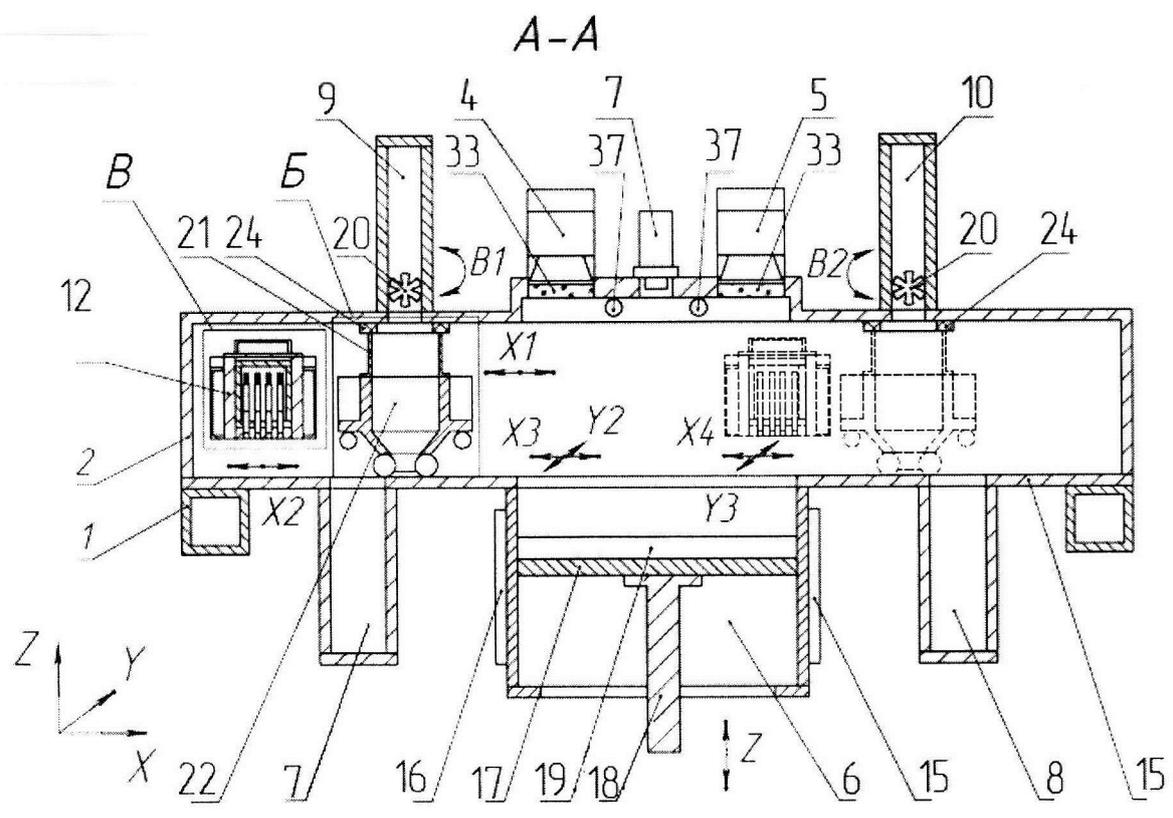
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области аддитивных технологий и предназначена для послойного синтеза деталей сложной пространственной конфигурации из мелкодисперсного полимерного порошка. Устройство для получения изделий из полимеров посредством послойного синтеза содержит силовую раму с размещенной на ней герметичной камерой. В камере с возможностью горизонтального возвратно-поступательного

перемещения установлен нож, снабженный галогенными нагревателями, и подвижная лазерная диодная головка с лазерной диодной матрицей внутри, состоящей из набора автономных лазерных диодов. Обеспечивается повышение производительности послойного синтеза деталей и расширение спектра возможных к применению полимерных порошков за счет использования различных видов лазерного излучения. 7 ил.

RU 208175 U1

RU 208175 U1



Фиг. 3

Полезная модель относится к области аддитивных технологий и предназначена для послойного синтеза деталей сложной пространственной конфигурации из мелкодисперсного полимерного порошка с использованием лазерного излучения по данным трехмерной компьютерной модели.

5 Известно устройство послойного получения изделий из порошкообразного материала компании Phenix Systems (патент США 7789037, опубл. 07.09.2010 г.).

Недостатками данного устройства является отсутствие возможности послойного синтеза деталей из полимеров, в том числе из порошков на основе полиамидов, полиэфиркетонов с предварительным подогревом нанесенного слоя порошка до
10 температуры стеклования.

Другим устройством, известным из уровня техники, является установка для изготовления деталей методом послойного синтеза (патент РФ на изобретение №2487779, опубл. 20.07.2013 г.).

Недостатками данного устройства также является отсутствие возможности
15 послойного синтеза деталей из полимеров, в том числе и порошков на основе полиамидов, полиэфиркетонов с предварительным подогревом нанесенного слоя порошка до температуры стеклования.

Другим устройством, известным из уровня техники, является устройство для получения изделий из высокотемпературных полимеров методом селективного лазерного
20 спекания (патент РФ на изобретение №2710821 опубл. 14.01.2020 г.).

Недостатком данного устройства является низкая производительность процесса послойного синтеза деталей, которая составляет максимум 5 мм по высоте в час, а также возможность применения только CO₂-лазера с длиной волны 10,6 мкм, что далеко
25 не оптимально для различных видов полимерных порошков, что в конечном итоге снижает спектр возможных к применению полимерных порошков.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому техническому решению является выбранное в качестве прототипа установка для получения изделий из высокотемпературных полимеров методом послойного селективного лазерного
30 спекания, содержащее лазерно-оптический узел, внутреннюю герметичную камеру с установленным на ней пирометром и герметичной дверью, систему нагрева нанесенного слоя порошка до температуры стеклования и поддержания стабильных тепловых режимов, рабочий стол, съемный бункер построения детали, механизм нанесения и разравнивания слоев порошка с электроприводом, обеспечивающий прием порошка
35 из бункеров подачи, формирование слоя порошка и сброс излишков порошка в бункеры сбора порошка (<https://www.bibusmenos.pl/fileadmin/editors/countries/bimen/DSP/Dokumenty/P800.pdf>, найдено в Интернет 10.11.2020).

Недостатками известной установки, в том числе техническими проблемами, являются низкая производительность, т.к. максимальная скорость послойного синтеза деталей составляет 7 мм/час по высоте для рабочей зоны площадью 700×380 мм, а также
40 ограничение в виде применения только CO₂-лазера с длиной волны 10,6 мкм, что далеко не оптимально для различных видов полимерных порошков и в конечном итоге снижает спектр возможных к применению полимерных порошков.

В основу заявленной полезной модели был положен технический результат - повышение производительности послойного синтеза деталей за счет изменения
45 конструкции механизма разравнивания порошка и конструкции лазерной диодной головы, а также расширение спектра возможных к применению полимерных порошков за счет использования различных видов лазерного излучения с длиной волны от 2 до 11 мкм.

Технический результат достигается тем, что устройство для получения изделий из полимеров посредством послойного синтеза, содержащее силовую раму с размещенной на ней герметичной камерой, установленный в последней с возможностью горизонтального возвратно-поступательного перемещения и формования слоя изделия нож и сообщенные с герметичной камерой сканаторы и бункеры изготовления, сбора и подачи порошка, снабжено размещенными на ноже кварцевыми галогенными нагревательными элементами и установленной в герметичной камере подвижной лазерной диодной головой с лазерной диодной матрицей внутри, состоящей из набора автономных лазерных диодов.

Техническое решение поясняется графическими изображениями.

На фиг. 1 - аксонометрический вид устройства для получения изделий из полимеров методом послойного синтеза

На фиг. 2 - ортогональный вид сверху устройства для получения изделий из полимеров методом послойного синтеза

На фиг. 3 - сечение А-А с фиг. 2

На фиг. 4 - местный вид Б с фиг. 3

На фиг. 5 - местный вид В с фиг. 3

На фиг. 6 - сечение Г-Г с фиг. 5

На фиг. 7 - структурная схема автономного лазерного диода.

Устройство для получения изделий из полимеров посредством послойного синтеза содержит силовую раму 1 (фиг. 3) с размещенной на ней герметичной камерой 2, установленный в последней с возможностью горизонтального возвратно-поступательного перемещения и формования слоя изделия нож 3 (фиг. 4) и сообщенные с герметичной камерой 2 (фиг. 3) сканаторы 4, 5, сменный бункер 6 изготовления, бункеры 7, 8 сбора и бункеры 9, 10 подачи порошка. При этом устройство снабжено размещенными на ноже 3 (фиг. 4) кварцевыми галогенными нагревательными элементами 11 и установленной в герметичной камере 2 (фиг. 3) подвижной лазерной диодной головой 12 с лазерной диодной матрицей 13 (фиг. 5) внутри, состоящей из набора автономных лазерных диодов 14.

Силовая рама 1 (фиг. 3) является несущим узлом для базирования всех основных элементов устройства.

Герметичная камера 2 предназначена для создания замкнутого пространства (в совокупности с остальными узлами и деталями, описанными ниже), внутри которого поддерживается стабильная высокая температура (до 400°C) и создается защитная атмосфера из газа азота или аргона. Создание стабильных горячих тепловых режимов в герметичной камере 2 необходимо для доведения полимерного порошка до температуры стеклования с целью последующего его спекания лазерными лучами, а также для защиты изготавливаемой детали от термических поворотов и искажений. Создание защитной атмосферы в герметичной камере 2 необходимо для защиты изготавливаемой детали от окисления. Герметичная камера 2 герметично установлена на верхней плоскости плиты 15 нанесения слоев порошка.

К нижней плоскости плиты 15 нанесения слоев порошка герметично прилегают левый бункер 7 сбора излишков порошка и правый бункер 8 сбора излишков порошка, а также сменный бункер 6 изготовления. Левый бункер 7 сбора излишков порошка и правый бункер 8 сбора излишков порошка предназначены для сбора излишков порошка.

Сменный бункер 6 изготовления образует замкнутое пространство для изготавливаемой послойно детали (или нескольких деталей за один цикл) вместе с неподверженным лазерному излучению порошком. В боковые стенки сменного бункера

6 изготовления встроены нагреватели 16. Нагреватели 16 управляются программно от общей системы управления устройством и могут нагревать пространство сменного бункера 6 изготовления до температуры 400°C, а также поддерживать необходимые стабильные тепловые режимы. После окончания построения детали, сменный бункер 6 изготовления медленно программно охлаждается. После охлаждения до температуры окружающей среды сменный бункер 6 изготовления может удаляться из устройства для удобства извлечения из него изготовленной детали и очистки от неспеченного порошка.

При изготовлении детали внутри сменного бункера 6 изготовления вертикально перемещается рабочий стол 17 (координата Z). Между наружным контуром рабочего стола 17 и внутренними стенками сменного бункера 6 изготовления расположены герметичные прокладки. Рабочий стол 17 имеет возможность точного вертикального перемещения за счет поршня 18, который в свою очередь перемещается благодаря электроприводу. Нижняя плоскость рабочего стола 17 имеет возможность сцепления-расцепления с поршнем 18. Перед изготовлением при установке чистого сменного бункера 6 изготовления проводится сцепление рабочего стола 17 с поршнем 18, а при извлечении сменного бункера 6 изготовления предварительно происходит расцепление рабочего стола 17 с поршнем 18. Таким образом, сменный бункер 6 изготовления извлекается из устройства вместе с рабочим столом 17.

Перед началом изготовления новой детали в устройство устанавливается чистый и пустой сменный бункер 6 изготовления и герметично поджимается к нижней плоскости плиты 15 нанесения слоев порошка.

На верхней плоскости рабочего стола 17 установлен нагреватель 19 стола, который управляется программно от общей системы управления устройством и может обеспечить нагрев рабочего стола до температуры 400°C, а также поддерживать необходимые стабильные тепловые режимы. Это необходимо для защиты изготавливаемой детали из полимерного материала от теплового коробления.

К верхней поверхности герметичной камеры 2 герметично прилегают левый бункер 9 подачи порошка и правый бункер 10 подачи порошка. Левый бункер 9 подачи порошка и правый бункер 10 подачи порошка при помощи дозирующих валов 20, имеющих возможность вращения вокруг своей оси (координаты V1 и V2) благодаря электроприводу через воронку 21 осуществляют подачи порций порошка в механизм 22 нанесения слоев порошка.

Механизм 22 нанесения слоев порошка имеет возможность горизонтального перемещения (координата X1) благодаря электроприводу (на фигурах не показан). Механизм 22 нанесения слоев порошка предназначен для нанесения слоев порошка и состоит из ножа 3 (фиг. 4), уплотняющих роликов 23 и двух кварцевых галогенных нагревательных элементов 11. Кварцевый галогенный нагревательный элемент 11 при пиковом нагреве может достигать температуры 2600°C и при помощи излучения по программе может нагревать нанесенный слой порошка до температуры 400°C. Уплотняющие ролики 23 предназначены для ускоренного нанесения и разравнивания слоев порошка. Данная конструкция механизма 22 нанесения слоев порошка позволяет увеличить скорость его рабочего перемещения до 500 мм в секунду, что в конечном итоге повышает производительность процесса изготовления детали до 30%.

Механизм 22 нанесения слоев порошка (фиг. 3) получает порции порошка от левого бункера 9 подачи порошка и правого бункера 10 подачи порошка через воронку 21 в момент, когда механизм 22 нанесения слоев порошка находится под левым бункером 9 подачи порошка или правым бункером 10 подачи порошка соответственно. Воронка

21 (фиг. 4) в момент дозирования порошка входит в герметичное соединение с силиконовым уплотнителем 24.

Контроль всех тепловых процессов, необходимых для обеспечения стабильности технологии, обеспечивается пирометром 25 (фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3).

5 После разогрева каждого слоя порошка до температуры стеклования осуществляется его лазерное выборочное спекание за счет лазерной диодной головы 12, левого сканатора 4 и правого сканатора 5 (фиг. 3). Лазерная диодная голова 12 имеет возможность горизонтального перемещения (координата X2) благодаря электроприводу (на фигурах не показан). Лазерная диодная голова 12 (фиг. 5, фиг. 6) представляет из
10 себя корпусную сборочную единицу, внутри которой находится лазерная диодная матрица 13 (фиг. 5, фиг. 6), имеющая возможность линейно перемещаться вдоль координаты Y1 благодаря электроприводу (на фигурах не показан). Водяные охладители 26 установлены на внешних поверхностях корпусных деталей лазерной диодной головы 12 и предназначены для защиты лазерной диодной матрицы 13 и ее электропривода от
15 перегрева, поскольку лазерная диодная голова 12 периодически входит в рабочую зону с высокими температурами (до 400°C). Лазерная диодная матрица 13 состоит из набора множества автономных лазерных диодов 14, установленных в решетке 27, которое в свою очередь также имеет охладитель 26. Согласованное управление всеми автономными лазерными диодами 14 осуществляется программно от общей системы управления. В
20 зависимости от управляющей программы лазерная диодная матрица 13 может включать как все автономные лазерные диоды 14 одновременно, так и отдельные автономные лазерные диоды 14 в любой комбинации и в любом расположении.

Автономный лазерный диод 14 (фиг. 7) должен содержать минимум следующие элементы: световой диод 28, лазерный диод 29, фокусирующая лазер линза 30, плата
25 31 управления диодом, дополнительный охладитель 32 автономного лазерного диода. В зависимости от конкретного типа порошка могут использоваться различные типы и конструкции автономных лазерных диодов 14, но длина генерируемого лазерного излучения должна быть в пределах от 2 до 11 мкм (оптимальная длина волны для
30 обработки полимеров), а также мощность лазерного излучения должна быть достаточна для спекания порошка от температуры стеклования. На современном уровне развития лазерных диодов, отдельный лазерный диод, отвечающий выше перечисленным
35 требованиям будет иметь наружный габарит диаметром минимум 3 мм, а сфокусированный лазерный луч будет иметь минимальный диаметр не менее 200 мкм. Данные ограничения приводят к тому, что спекание всех необходимых зон порошка
40 возможно только за счет нескольких перемещений лазерной диодной матрицы 13 (фиг. 5, фиг. 6), причем в зависимости от конкретной формы сечения, могут быть, необходимы дополнительные перемещения как по координате X2, так и по координате Y1. В некоторых наиболее сложных формах сечения более оптимально (с точки зрения
45 повышения производительности процесса изготовления детали) осуществить не более 3-5-ти перемещений лазерной диодной матрицы 13, а остальные спекаемые зоны обработать при помощи левого сканатора 4 и правого сканатора 5 (фиг. 3). Оптимальная стратегия спекания необходимых зон в каждом сечении с точки зрения максимальной
производительности процесса изготовления детали рассчитывается на стадии обработки трехмерной модели детали. Система управления разбивает трехмерную модель на слои, перебирает алгоритмы обработки лазерным излучением необходимых зон в каждом
сечении, распределяя какие зоны лучше обрабатывать при помощи лазерной диодной
головы 12 (с перемещаемой внутри нее лазерной диодной матрицей 13), а какие - при
помощи левого сканатора 4 и правого сканатора 5 с точки зрения минимизации времени

обработки. Использование конструктивного решения с применением лазерной диодной головы 12, работающей совместно с левым сканатором 4 и правым сканатором 5, повышает производительность процесса изготовления детали до 10 раз.

5 Левый сканатор 4 и правый сканатор 5 (фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3) представляют из себя лазерные сканаторы способные отклонять лазерный луч по координатам X3 и Y2, а также X4 и Y3 соответственно. Левый сканатор 4 и правый сканатор 5 установлены на верхней части герметичной камеры 2. Оптика левого сканатора 4 и правого сканатора 5 (фиг. 3) защищена от перегрева защитным стеклом 33, которое в свою очередь имеет свою собственную систему охлаждения (на фигурах не показана).

10 Внутри под крышей герметичной камеры 2 установлены нагревательные элементы 37, которые при помощи излучения могут нагревать нанесенный слой порошка до температуры 400°C. Нагревательные элементы 37 управляются программно от общей системы управления и необходимы для надежной стабилизации всех тепловых процессов происходящих в герметичной камере 2, поскольку резкий перепад температур по всей 15 рабочей зоне при изготовлении детали хотя бы на 2°C приведет к появлению коробления и искажения формы детали и как следствие к браку.

Герметичная камера 2 спереди герметично закрывается дверью 34 (фиг. 1), в которой есть смотровое окно 35.

20 Устройство для получения изделий из полимеров методом послойного синтеза работает следующим образом.

В системе автоматического проектирования (САПР) создают трехмерную компьютерную 3D-модель детали и разбивают ее на поперечные сечения, которые служат основой для послойного изготовления детали. САПР выбирает оптимальную стратегию спекания необходимых зон в каждом сечении с точки зрения максимальной 25 производительности процесса изготовления детали, а именно распределяя какие зоны лучше обрабатывать при помощи лазерной диодной головы 12 (с перемещаемой внутри нее лазерной диодной матрицей 13), а какие - при помощи левого сканатора 4 и правого сканатора 5 (фиг. 3).

30 Устройство после предварительной подготовки представлено в собранном виде, а именно:

- чистый и пустой сменный бункер 6 изготовления поджат герметично снизу к плите 15 нанесения слоев порошка;
- рабочий стол 17 сцеплен с поршнем 18;
- левый бункер 9 подачи порошка и правый бункер 10 подачи порошка прижаты 35 герметично к верхней части герметичной камеры 2;
- левый бункер 7 сбора излишков порошка и правый бункер 8 сбора порошка прижаты герметично снизу к плите 15 нанесения слоев порошка;
- лазерная диодная голова 12 находится в крайнем левом положении;
- дверь 34 герметично закрыта (фиг. 1).

40 Запускается работа всех элементов охлаждения: водяные охладители 26 (фиг. 5, фиг. 6), водяной охладитель 36 решета, дополнительные охладители 32 автономных лазерных диодов, системы охлаждения (на фигурах не показана) защитных стекол 33.

Нагреватель 19 стола (фиг. 3) и нагреватели 16 сменного бункера 6 изготовления разогреваются до температур стеклования порошка (до 400°C в зависимости от типа 45 порошка). Достигается необходимая чистота защитного газа (азот или аргон, или др.).

Включаются нагревательные элементы 37 для стабилизации теплового режима в герметичной камере 2. Устройство выдерживается в течение двух часов для равномерного нагрева всех его элементов и выравнивания всех тепловых процессов с

целью исключения их термического искажения при работе. Рабочий стол 17 жестко сцепленный с поршнем 18, опускается на толщину наносимого первого слоя порошка (обычно ~ 100 мкм). Механизм 22 нанесения слоев порошка (фиг. 3, фиг. 4) вместе с воронкой 21 перемещается в крайнее левое положение под левый бункер 9 подачи порошка. Воронка 21 плотно контактирует с уплотнителем 24. Левый бункер 9 подачи порошка дозирует с запасом необходимую порцию порошка в механизм 22 нанесения слоев порошка. Механизм 22 нанесения слоев порошка перемещается в крайнее правое положение по ходу движения наноса, разравнивая и уплотняя при помощи уплотняющих роликов 23 на нагревателе 19 стола (фиг. 3) первый слой порошка, а также сбрасывая излишки порошка в правый бункер 8 сбора излишков порошка. При перемещении механизма 22 нанесения слоев порошка из крайнего левого положения в крайнее правое кварцевый галогенный нагревательный элемент 11 благодаря конструкции почти сразу же после нанесения слоя порошка перемещается над ним и проводит его окончательный точный нагревает до температуры стеклования. Механизм 22 нанесения слоев порошка вместе с воронкой 21 перемещается в крайнее правое положение точно под правый бункер 10 подачи порошка (показано пунктиром). Воронка 21 плотно контактирует с уплотнителем 24. По аналогии с нанесением первого слоя порошка происходит нанесение второго слоя порошка.

Данный процесс нанесения предварительных слоев порошка без обработки лазерным излучением повторяется для пятидесяти слоев. Это необходимо для равномерного прогрева устройства с порошком и стабилизации тепловых режимов. Контроль всех тепловых режимов осуществляется для каждого слоя в автоматическом режиме благодаря пирометру 25 (фиг. 3). Поверх пятидесяти разогретых слоев порошка наносится пятьдесят первый слой порошка. Проводится подогрев пятьдесят первого слоя порошка до температуры стеклования. Механизм 22 нанесения слоев порошка вместе с воронкой 21 перемещается в крайнее правое положение точно под правый бункер 10 подачи порошка (показано пунктиром), чтобы не мешать работе лазерной диодной головы 12. При помощи лазерной диодной головы 12 (перемещения X2 и Y1) (фиг. 3, фиг. 6), левого сканатора 4 (перемещения лазерного луча по координатам X3 и Y2) и правого сканатора 5 (перемещения лазерного луча по координатам X4 и Y3) по оптимальной стратегии взаимодействия проводится спекание лазерными лучами порошка в отдельных зонах нанесенного слоя в зависимости от формы изготавливаемой детали (возможное перемещение лазерной диодной головы 12 по координате X2 показано пунктиром). Генерация лазерного излучения в лазерной диодной голове 12 (фиг. 5, фиг. 6) происходит непосредственно в лазерной диодной матрице 13, состоящей из набора множества автономных лазерных диодов 14, установленных в решетке 27. В зависимости от управляющей программы лазерная диодная матрица 13 может включать как все автономные лазерные диоды 14 одновременно, так и отдельные автономные лазерные диоды 14 в любой комбинации и в любом расположении.

Далее наносится новый слой порошка и процесс повторяется до полного изготовления детали. После окончания построения всей детали она очень медленно, вместе с объемом неспеченного порошка, в который она погружена (скорость охлаждения порядка 7°C в час), остывает в устройстве при помощи программного управления всеми нагревателями (нагреватели 16, нагреватель стола 19, кварцевые галогенные нагревательный элемент 11, нагревательные элементы 37).

После полного остывания детали вместе с неспеченным порошком рабочий стол 17 расцепляется с поршнем 18. Сменный бункер 6 изготовления удаляется из устройства и перемещается в станцию очистки, где деталь подвергается освобождению и очистке

от неспеченного порошка

При этом всю последовательность технологических процессов осуществляют в автоматическом режиме в технологически регламентированных условиях посредством специальных программно-аппаратных средств благодаря общей системе управления устройством.

Таким образом, заявленная совокупность существенных признаков, отраженная в независимом пункте формулы полезной модели, обеспечивает получение заявленного технического результата - повышение производительности послойного синтеза деталей за счет изменения конструкции механизма разравнивания порошка и конструкции лазерной диодной головы, а также расширение спектра возможных к применению полимерных порошков за счет использования различных видов лазерного излучения с длиной волны от 2 до 11 мкм.

Анализ заявленного технического решения на соответствие условиям патентоспособности показал, что указанные в формуле признаки являются существенными и взаимосвязаны между собой с образованием устойчивой совокупности необходимых признаков, неизвестной на дату приоритета из уровня техники и достаточной для получения требуемого синергетического (сверхсуммарного) технического результата.

Таким образом, вышеизложенные сведения свидетельствуют о выполнении при использовании заявленного технического решения следующей совокупности условий: объект, воплощающий заявленное техническое решение, при его осуществлении предназначен для послойного спекания деталей сложной пространственной конфигурации из мелкодисперсного порошка с использованием лазерного излучения по данным трехмерной компьютерной модели.

- для заявленного объекта в том виде, как он охарактеризован в формуле, подтверждена возможность его осуществления с помощью вышеописанных в заявке или известных из уровня техники на дату приоритета средств и методов;

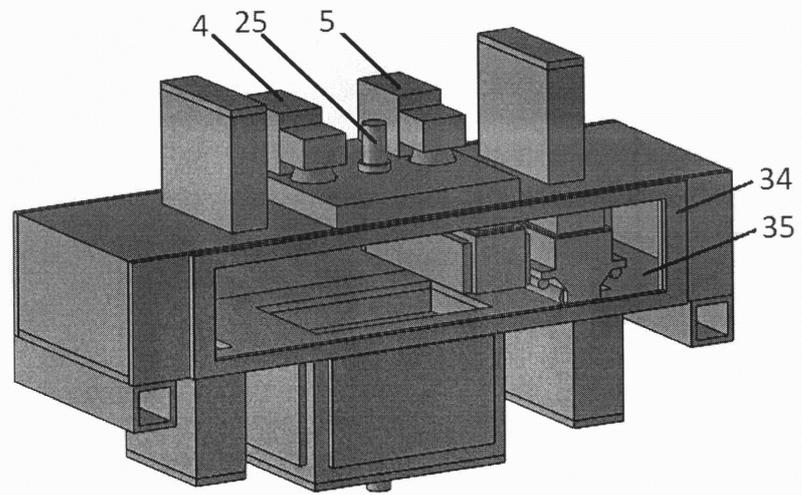
- объект, воплощающий заявленное техническое решение, при его осуществлении способен обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата.

Следовательно, заявленный объект соответствует критериям патентоспособности «новизна» и «промышленная применимость» по действующему законодательству.

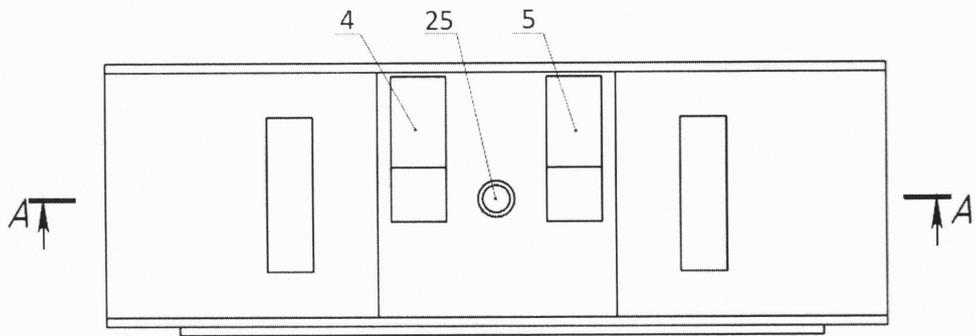
(57) Формула полезной модели

Устройство для получения изделий из полимеров посредством послойного синтеза, содержащее силовую раму с размещенной на ней герметичной камерой, установленный в последней с возможностью горизонтального возвратно-поступательного перемещения и формования слоя изделия нож и сообщенные с герметичной камерой сканаторы и бункеры изготовления, сбора и подачи порошка, отличающееся тем, что оно снабжено размещенными на ноже нагревательными элементами и установленной в герметичной камере подвижной лазерной диодной головкой с лазерной диодной матрицей внутри, состоящей из набора автономных лазерных диодов.

1

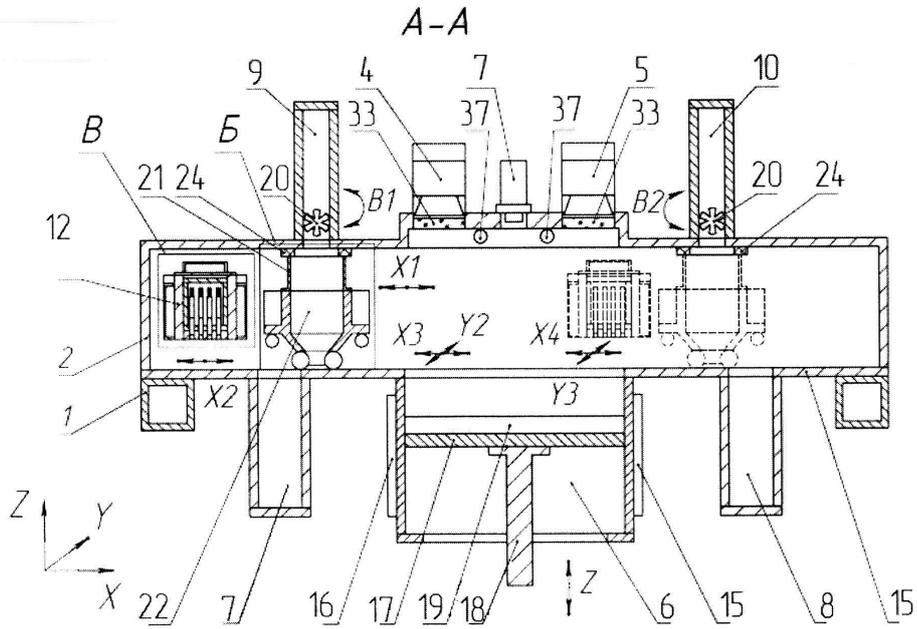


Фиг. 1

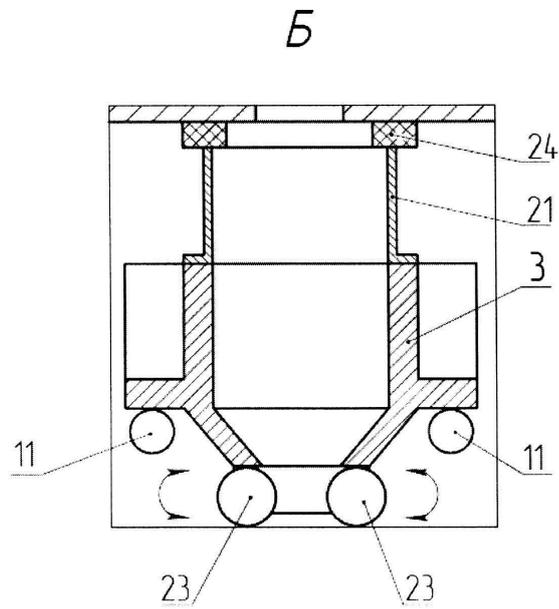


Фиг. 2

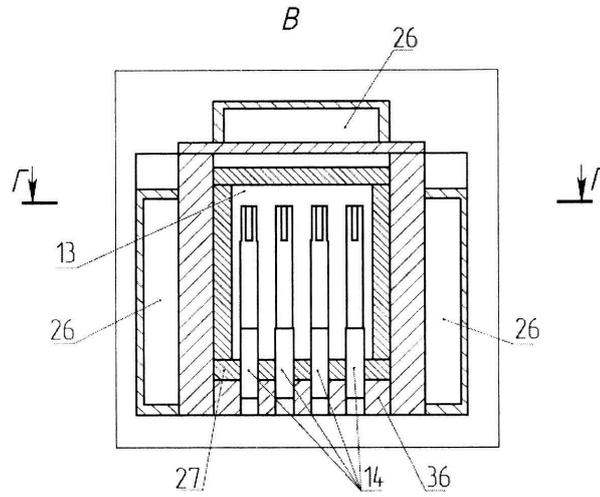
2



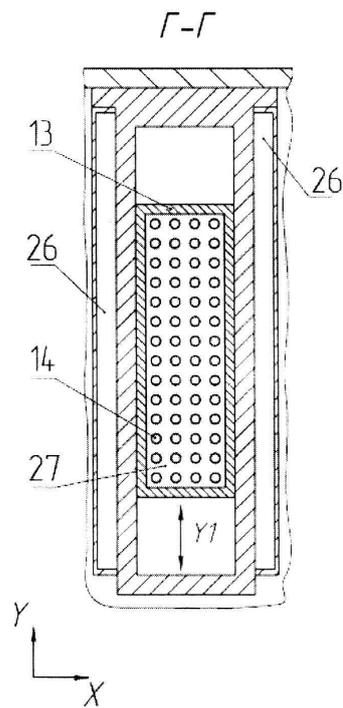
Фиг. 3



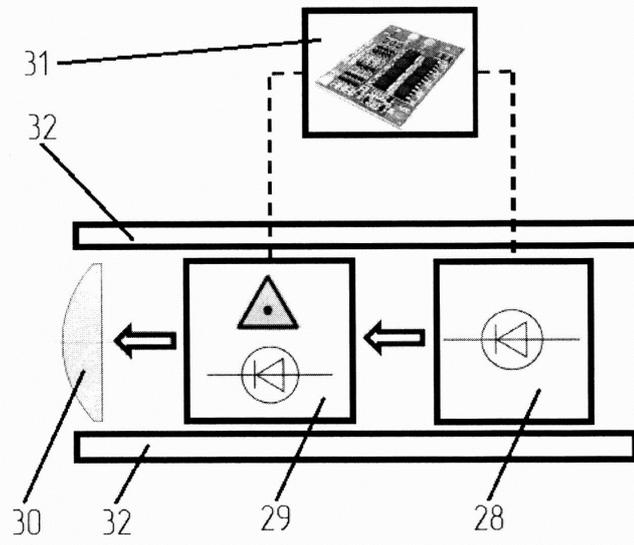
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7