

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039426**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.01.26**

**(21)** Номер заявки  
**202000078**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2020.02.25**

**(51)** Int. Cl. **B29C 64/20** (2006.01)  
**B33Y 30/00** (2006.01)  
**E04B 1/19** (2006.01)

---

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ ЗДАНИЙ И АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ**

---

**(43)** 2021.08.31

**(96)** 2020000020 (RU) 2020.02.25

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "БЕЛГОРОДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г.  
ШУХОВА" (RU)**

**Морева Ирина Юрьевна, Глаголев  
Евгений Сергеевич, Евтушенко  
Евгений Иванович, Яковлев Евгений  
Александрович, Оспищев Петр  
Иванович, Анциферов Сергей  
Игоревич, Бажанов Александр  
Геральдович, Токач Юлия Егоровна,  
Лебедев Михаил Сергеевич, Карацупа  
Сергей Викторович (RU)**

**(56)** DE-A1-4400523  
RU-U1-179287  
RU-U1-169634  
JP-A-2007518586

**(72)** Изобретатель:  
**Рубанов Юрий Константинович,  
Чепчуров Михаил Сергеевич,**

**(57)** Изобретение относится к аддитивным технологиям методом трехмерной печати и может быть использовано при строительстве зданий, архитектурных и строительных модулей из жестких строительных смесей. Техническим результатом является получение прочных зданий и архитектурно-строительных модулей из жестких строительных смесей сложной геометрической формы. Технический результат достигается тем, что устройство для трехмерной печати зданий и архитектурно-строительных модулей включает установленное на платформе, которая снабжена механизмом для перемещения, устройство для нанесения слоя материала, содержащее емкость для материала и вибратор, а также устройство для заполнения заданного количества материала, при этом емкость для материала выполнена в виде трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати, состоящего из боковых и торцевых стенок, при этом боковые стенки выполнены из ряда шарнирно соединенных вертикальных прямоугольных пластин, которые, за исключением двух центральных противоположных пластин, выполнены с возможностью горизонтального взаимного перемещения противоположных пластин при одновременном повороте относительно вертикальной плоскости на равные смежные углы, обеспечивающие заданный профиль закругления стен здания, торцевые стенки шарнирно соединены с горизонтальными поперечными стержнями, закрепленными между крайними вертикальными пластинами в верхней кромке с возможностью обеспечения постоянного расстояния между пластинами, снабжены механизмами поворота относительно поперечных стержней на угол не менее чем 90°, вибратор с горизонтальным распространением акустических колебаний выполнен с возможностью возвратно-поступательного ввода в слой материала при каждом цикле дискретной печати, а платформа выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси.

**039426 B1**

**039426 B1**

Изобретение относится к аддитивным технологиям методом трехмерной печати и может быть использовано при строительстве зданий, архитектурных и строительных модулей из жестких строительных смесей.

Известно устройство трехмерной печати зданий, содержащее печатающую головку и механизм трехмерного позиционирования печатающей головки, а в качестве печатающей головки используется стекловаренная печь, имеется выравнивающее устройство для выравнивания плоскости стены, расположенное с возможностью формирования плоскости стены после нанесения материала стены печатающей головкой (патент RU на изобретение №2618235, опубл. 03.05.2017, бюл. №13).

Недостатком известного устройства является узкая область применения, сложность эксплуатации и невозможность использования для печати бетонных изделий.

Известен 3D принтер, применяемый для возведения зданий и конструкций с использованием бетонов, состоящий из башни-основания, стрелы с экструдером и устройством фиксации элементов армирующей сетки и стрелы с устройством гибки и резки элементов армирующей сетки, при этом каждая стрела имеет возможность независимо вращаться относительно оси башни, укорачиваться или удлиняться вдоль своей оси, перемещаться вверх и вниз по башне, а устройства на стрелах имеют возможность поворачиваться вокруг оси стрелы, при этом стрела с устройством гибки и резки элементов армирующей сетки расположена на оси башни выше стрелы с экструдером (патент RU на полезную модель №179287, опубл. 07.05.2018, бюл. №13).

Недостатком известного 3D принтера является низкая производительность в связи с дополнительными функциями гибки, резки и укладки армирующей сетки, а также в связи с необходимостью дополнительной обработки поверхности стен напечатанного сооружения.

Известно устройство для изготовления трехмерного объекта для осуществления способа по патенту DE на изобретение №4400523, опубл. 13.07.1995 г., вид публикации C2, принятое в качестве прототипа, включающее устройство для нанесения слоя материала, который может быть отвержден под действием электромагнитного облучения, устройство для облучения материала в точках слоя, соответствующего объекту. Устройство для нанесения слоя материала включает емкость для материала, установленную на платформе, которая снабжена механизмом для перемещения, а на ее нижней стороне имеется устройство для регулировки толщины слоя наносимого материала, включающее зачистный элемент, снабженный вибратором, обеспечивающий вибрацию зачистного элемента, кроме того емкость для материала снабжена устройством для заполнения заданного количества материала.

С существенными признаками изобретения совпадает следующая совокупность признаков прототипа: устройство для нанесения слоя материала, содержащее емкость для материала и вибратор, установленное на платформе, которая снабжена механизмом для перемещения, а также устройство для заполнения заданного количества материала.

Недостатком прототипа является получение недостаточно прочных зданий, что обусловлено отсутствием возможности введения твердого наполнителя, кроме того прототип имеет низкую произвольность, так как требуется время на отверждение смеси.

Изобретение направлено на получение прочных зданий и архитектурно-строительных модулей из жестких строительных смесей сложной геометрической формы.

Это достигается тем, что устройство для трехмерной печати зданий и архитектурно-строительных модулей включает установленное на платформе, которая снабжена механизмом для перемещения, устройство для нанесения слоя материала, содержащее емкость для материала и вибратор, а также устройство для заполнения заданного количества сырьевой смеси. В предложенном решении емкость для материала выполнена в виде трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати, состоящего из боковых и торцевых стенок, при этом боковые стенки выполнены из ряда шарнирно соединенных вертикальных прямоугольных пластин, которые, за исключением двух центральных противоположных пластин, выполнены с возможностью горизонтального взаимного перемещения противоположных пластин при одновременном повороте относительно вертикальной плоскости на равные смежные углы, обеспечивающие заданный профиль закругления стен здания, торцевые стенки шарнирно соединены с горизонтальными поперечными стержнями, закрепленными между крайними вертикальными пластинами в верхней кромке с возможностью обеспечения постоянного расстояния между пластинами, снабжены механизмами поворота относительно поперечных стержней на угол не менее чем  $90^\circ$ , вибратор с горизонтальным распространением акустических колебаний выполнен с возможностью возвратно-поступательного ввода в слой материала при каждом акте дискретной печати, а платформа выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси.

В зависимости от размера трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати устройство может иметь несколько вибраторов.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен общий вид устройства для трехмерной печати, на фиг. 2 показан трансформируемый элемент дискретной аддитивной печати, на фиг. 3 представлен вид сбоку устройства с поворотными торцевыми стенками трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати.

Устройство для трехмерной печати зданий и архитектурно-строительных модулей включает рам-

ную конструкцию 1, выполненную с возможностью перемещения по направляющим 2, несущий мост 3, выполненный с возможностью перемещения в вертикальной плоскости, например при помощи шариковой пары, тележку 4, перемещающуюся по несущему мосту 3, например за счет зубчато-реечной передачи.

На тележке 4 установлена платформа 5, которая выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси в соответствии с заданной формой сопряжения стен здания или модуля, например за счет зубчатой передачи с приводом от электродвигателя. На платформе 5 установлено устройство для нанесения слоя материала, которое содержит емкость для материала, выполненную в виде трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати 6, и по крайней мере один вибратор 7 с горизонтальным распространением акустических колебаний, который выполнен с возможностью возвратно-поступательного ввода в слой материала при каждом цикле дискретной печати, например при помощи линейного привода (на фигуре не показан).

Количество вибраторов определяется размерами элемента дискретной аддитивной печати.

Боковые стенки трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати 6 выполнены из множества шарнирно соединенных вертикальных прямоугольных пластин 8, которые, за исключением двух центральных противоположных пластин, выполнены с возможностью плоскопараллельного взаимного перемещения пластин в горизонтальном направлении при одновременном повороте относительно вертикальной плоскости на равные смежные углы, обеспечивающие заданный профиль закругления стен здания. Это может быть осуществлено за счет того, что крайние пластины с каждой стороны снабжены тягами 9, которые соединены с механизмами перемещения, например актуаторами.

Над трансформируемым элементом дискретной аддитивной печати 6 установлено устройство для заполнения заданного количества материала, включающее материалопровод 10, который может быть снабжен затвором, перекрывающим подачу материала в трансформируемый элемент дискретной аддитивной печати, во время цикла печати.

Торцевые стенки 11 трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати 6 (фиг. 3) шарнирно соединены с горизонтальными поперечными стержнями, закрепленными между крайними вертикальными пластинами в верхней кромке с возможностью обеспечения постоянного расстояния между пластинами, снабжены механизмами поворота относительно поперечных стержней на угол не менее чем  $90^\circ$ .

Печать осуществляется следующим образом.

Координаты точки печати объекта по оси Y обеспечиваются заданным перемещением рамной конструкции 1 по направляющим 2, по оси X - перемещением тележки 4. Несущий мост 3 обеспечивает перемещение узла печати по оси Z. Изменение направления печати в горизонтальной плоскости в соответствии с заданной формой сопряжения стен здания или модуля обеспечивается поворотной платформой 5. Приготовленный материал заданного состава, например бетонная смесь с наполнителем, с размером частиц до 30 мм и в заданном количестве, поступает в трансформируемый элемент дискретной аддитивной печати 6 (см. фиг. 1) с закрытыми торцевыми стенками по материалопроводу 10 (фиг. 2). Уплотнение сырьевой смеси обеспечивают вибраторы 7. Заданные геометрические формы стен здания или модуля обеспечиваются изменением радиуса кривизны боковых стенок трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати за счет шарнирно соединенных вертикальных прямоугольных пластин 8, крайние из которых с каждой стороны снабжены тягами 9 для соединения с механизмами плоскопараллельного взаимного перемещения противоположных пластин.

После уплотнения смеси вибраторы 7 извлекаются из смеси и трансформируемый элемент дискретной аддитивной печати перемещается на расстояние, равное его длине. При этом торцевая стенка 11 (см. фиг. 3) трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати 6 со стороны напечатанного элемента поднимается за счет шарнирного соединения с горизонтальным поперечным стержнем 12, закрепленным между крайними вертикальными пластинами в верхней кромке и ее функции выполняет торец напечатанного элемента. Последующие элементы печати повторяются аналогично. При начале печати перпендикулярно расположенной стены, торцевой стенкой трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати будет служить часть боковой поверхности предыдущего напечатанного элемента. Закругление стен производится радиусом кривизны, который обеспечивается перемещением взаимно противоположных боковых пластин 8 трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати 6 и плавным поворотом платформы 5.

Применение поэлементной печати стен строительных конструкций и архитектурно-строительных модулей с использованием трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати обеспечивает заданные сложные геометрические формы стен здания. Закругление профиля стены осуществляется за счет взаимного перемещения противоположных пластин боковых стенок трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати на расстояние, обеспечивающее заданный радиус кривизны. Трансформируемый элемент дискретной аддитивной печати позволяет применять для печати жесткие строительные смеси с наполнителем, для уплотнения которых служат вибраторы с горизонтальным распространением акустических колебаний в пределах трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати, что повышает прочность печатной конструкции и сокращает время твердения. Выполнение стенок трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати из пластин с гладкой поверхностью исклю-

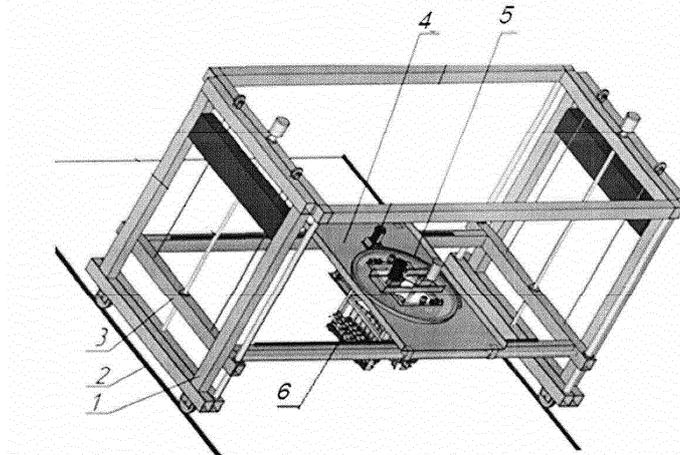
чает необходимость дополнительной обработки боковых поверхностей стен. Для обеспечения заданной формы сопряжения стен платформа, на которой установлено устройство для нанесения слоя материала, выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси.

Использование изобретения позволяет получать прочные здания, архитектурно-строительные модули из жестких строительных смесей сложной геометрической формы за счет введения твердого наполнителя. Помимо этого, устройство имеет высокую производительность за счет сокращения сроков твердения слоя материала при использовании полусухих смесей.

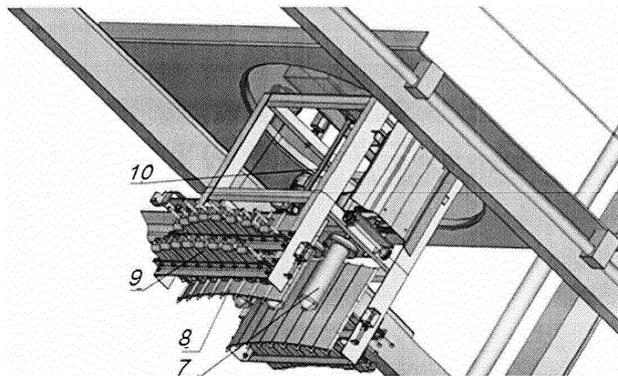
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для трехмерной печати зданий и архитектурно-строительных модулей, включающее установленное на платформе, которая снабжена механизмом для перемещения, устройство для нанесения слоя материала, содержащее емкость для материала и вибратор, а также устройство для заполнения заданного количества материала, отличающееся тем, что емкость для материала выполнена в виде трансформируемого элемента дискретной аддитивной печати, состоящего из боковых и торцевых стенок, при этом боковые стенки выполнены из ряда шарнирно соединенных вертикальных прямоугольных пластин, которые, за исключением двух центральных противоположных пластин, выполнены с возможностью горизонтального взаимного перемещения противоположных пластин при одновременном повороте относительно вертикальной плоскости на равные смежные углы, обеспечивающие заданный профиль закругления стен здания, торцевые стенки шарнирно соединены с горизонтальными поперечными стержнями, закрепленными между крайними вертикальными пластинами в верхней кромке с возможностью обеспечения постоянного расстояния между пластинами, и снабжены механизмами поворота относительно поперечных стержней на угол не менее чем  $90^\circ$ , при этом вибратор с горизонтальным распространением акустических колебаний выполнен с возможностью возвратно-поступательного ввода в слой материала при каждом цикле дискретной печати, а платформа выполнена с возможностью поворота вокруг своей оси.

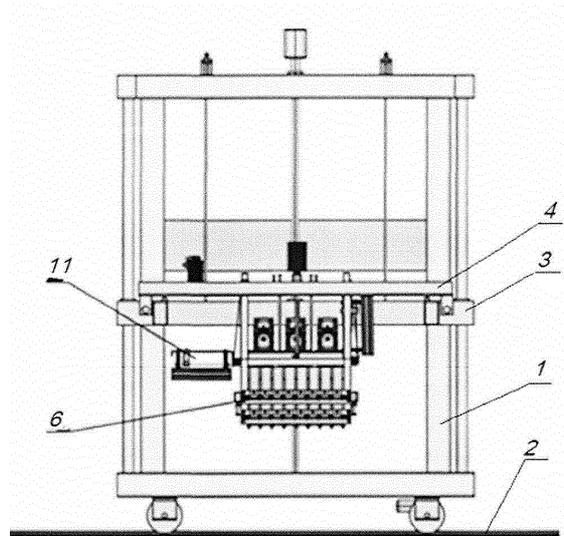
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что имеет несколько вибраторов.



Фиг. 1



Фиг. 2.



Фиг. 3.

