

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
23 мая 2024 (23.05.2024)



(10) Номер международной публикации
WO 2024/107163 A1

(51) Международная патентная классификация:

B33Y 10/00 (2015.01) B29C 64/379 (2017.01)
B33Y 30/00 (2015.01) B29C 64/10 (2017.01)
B29C 31/00 (2006.01) B29C 64/171 (2017.01)
B29C 64/20 (2017.01) B29C 35/08 (2006.01)

(21) Номер международной заявки: РСТ/UA2022/000067

(22) Дата международной подачи:
17 ноября 2022 (17.11.2022)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(72) Изобретатель; и

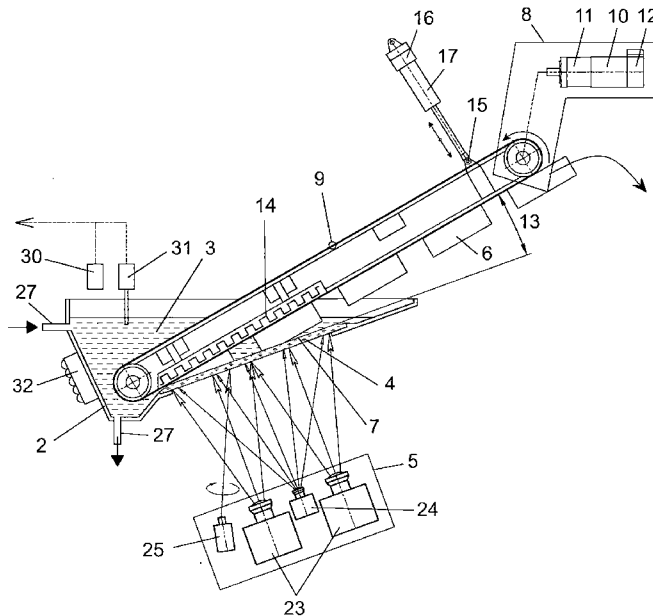
(71) Заявитель: ХАЛИП, Олег Юрьевич (KHALIP, Oleg Yurevich) [UA/UA]; ул. Верхняя/Б. Хмельницкого, 19/26, г. Запорожье, 69032, м. Zaporizhzhia (UA).

(74) Агент: СУХАРЭВ, Станислав (SUKHAREV, Stanislav); вул. Кыйивська, буд. 123, кв. 138, м. Обухив, Кыйивська область, 08702, м. Obukhiv, Kyivska oblast (UA).

(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,

(54) Title: METHOD FOR THE CONTINUOUS PRODUCTION OF OBJECTS FROM A LIQUID PHOTOPOLYMER BY 3D PRINTING WITH A CONTINUOUS-BELT CARRIER AND A COMPLETE POST-PROCESSING CYCLE AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТЬЮ ИЗ ЖИДКОГО ФОТОПОЛИМЕРА С НОСИТЕЛЕМ В ВИДЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ЛЕНТЫ И ПОЛНЫМ ЦИКЛОМ ПОСТОБРАБОТКИ, И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ



Фиг. 2

(57) Abstract: Claimed is a method for the continuous production of objects by three-dimensional (3D) printing using a liquid photopolymer cured by actinic radiation, which includes exposing the cross-section of an object (6) under formation to actinic radiation directed at the surface of a liquid photopolymer (3), the surface being delimited by an actinic radiation-transparent window (4) which is provided in a build vessel (2) and forms a build plane (7), and curing the liquid photopolymer (3) within the boundaries of the exposed section of the object (6), wherein the object, which is secured to a continuously circulating belt (9), is moved in a direction away from the



WO 2024/107163 A1

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Декларации в соответствии с правилом 4.17:

— об авторстве изобретения (правило 4.17 (iv))

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

transparent window (4) and at an acute angle (13) to the build plane (7) while the exposure area and the depth of effective penetration of the radiation into the liquid photopolymer (3) are regulated. Also claimed is a device comprising: a build vessel (2) for holding a liquid photopolymer (3), provided with a window (4) that is transparent to actinic radiation; a spatially modulated source of actinic radiation (5) for exposure purposes; and a mechanism for moving an object (6), having an electric drive and a support surface for receiving an object (6), said mechanism being in the form of a continuous belt (9), the surface of which is situated at an acute angle (13) to the surface of the actinic radiation-transparent window (4) in the build vessel (2).

(57) **Реферат:** Способ непрерывного поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого актиничным излучением, в котором проводят экспозицию сечения формируемого изделия (6) актиничным излучением, направленным на поверхность жидкого фотополимера (3), ограниченную прозрачным для такого излучения окном (4) емкости построения (2) с образованием плоскости построения (7), отверждение жидкого фотополимера (3) в пределах экспонируемого сечения изделия (6), которое перемещают закрепленным на непрерывно перематываемой ленте (9) по направлению от прозрачного окна (4) и под острым углом (13) к плоскости построения (7) с регулицией зоны экспозиции и глубины эффективного проникновения излучения в жидкий фотополимер (3). Устройство содержит: емкость построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) с окном (4), прозрачным для актиничного излучения, источник актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией, предназначенный для экспозиции, механизм перемещения изделия (6) с электрическим приводом и опорной поверхностью для размещения изделия (6), выполненный в виде непрерывной ленты (9), поверхность которой расположена под острым углом (13) к поверхности прозрачного для актиничного излучения окна (4) в емкости построения (2).

5

СПОСОБ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТЬЮ
ИЗ ЖИДКОГО ФОТОПОЛИМЕРА С НОСИТЕЛЕМ В ВИДЕ НЕПРЕРЫВНОЙ
ЛЕНТЫ И ПОЛНЫМ ЦИКЛОМ ПОСТОБРАБОТКИ, И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
10 ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область применения, актуальность изобретения.

Изобретение относится к области производства изделий из фотополимеров способом трехмерной печати, а именно изобретением является способ поточного
15 производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки, а также устройство для его осуществления. Описанные и раскрытые далее способ и устройство объединены единым творческим замыслом таким образом, что способ производства может быть реализован с помощью конструкции устройства, а устройство предназначено для
20 воплощения способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и с полным циклом постобработки.

Построение изделия в фотополимерных 3D-принтерах существующего уровня техники выполняют послойным отверждением фторполимера. Для этого на
25 поверхность фотополимера актиничным излучением экспонируют последовательности сечений изделия и перемещают изделия, закрепленные на платформе.

В процессе построения изделия перемещают ортогонально плоскости построения с возвратно поступательным движением и перерывами в экспозиции,
30 или изделие перемещают непрерывно однонаправленно при непрерывной экспозиции.

Производство изделий из фотополимеров способом трехмерной печати имеет циклический характер, предусматривающий, как правило, несколько последовательных технологических этапов:

35 - подготовку проекта печати;

- установку и позиционирование несущей платформы;
- построение изделий;
- отделение изделий от несущей платформы;
- очистку изделий от остатков неотвержденного фотополимера;
- 5 - сушку изделий;
- финишную полимеризацию изделий;
- сортировку изделий.

Подготовку проекта печати выполняют с помощью специализированного программного обеспечения, используя цифровые модели изделий - размещают виртуальные модели и поддерживающие изделия элементы на платформе построения. Обычно, указанная операция частично автоматизирована, но, как правило, нуждается в участии оператора.

Установку несущей платформы в 3D-принтер выполняют вручную или с применением роботизированных устройств.

15 Позиционирование несущей платформы выполняют как часть процесса калибровки 3D-принтера вручную или с применением автоматических систем и программного обеспечения, входящих в состав 3D принтера.

Построение изделия выполняют в автоматическом режиме средствами 3D-принтера.

20 Отделение изделий от несущей платформы обычно производится при отсоединенной от 3D- принтера платформе с помощью механических приспособлений и инструмента. В других вариантах изделия отделяют от платформы непосредственно в 3D-принтере, используя специальные приспособления и инструмент. Также отделение изделий от платформы автоматизируют с использованием роботов-манипуляторов.

Очистку изделия от остатков неотвержденного фотополимера, выполняют в отдельном моечном устройстве с помощью растворителя и/или моющего средства, содержащего ПАВ. Также для удаления с поверхности изделий неотвержденного фотополимера используют центрифуги.

30 Сушка изделий осуществляется, например, путем обдува теплым воздухом.

Очищенные от остатков фотополимера изделия облучают актиничным излучением и/или нагревают для финишной полимеризации в соответствующих устройствах постобработки - камерах облучения и термических печах.

Передача изделий между описанными технологическими этапами обычно 35 осуществляется вручную либо посредством роботизированных устройств, а для

каждой из перечисленных операций используют отдельные технологические устройства, инструмент и оснастку - кассеты и контейнеры.

Сортировку изделий осуществляют вручную или с применением автоматических устройств, считывающих маркировочные коды, нанесенные на изделия в процессе производства.

Очевидно, что для массового производства однотипных индивидуально проектируемых изделий, например, таких, как: модели для производства прозрачных дентальных элайнеров, дентальные элайнеры, ортопедические обувные стельки, подошвы для обуви, оправы очков, выжигаемые литейные модели, типографские фотоформы, и др., предпочтительным является непрерывный процесс производства, свободный от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий и оборота большого количества оснастки.

Обеспечение возможности непрерывного производства, когда 3D-печать и все операции постобработки осуществляются в одном потоке автоматически и решают способ и устройство по заявляемому изобретению.

Уровень техники для способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки.

Известен способ формирования изделия из жидкого фотополимера, описанный в способе непрерывной жидкостной межфазной печати (патент США на изобретение № US9205601B2, МПК В29С67/00; В29С33/58; В29С33/62; G03F7/00, публ. 08.12.2015 [1]). В указанном способе изделие, закрепленное на перемещаемой платформе, формируется из жидкого слоя фотополимера на границе ингибированного слоя при экспозиции актиничным излучением в виде непрерывной последовательности сечений на поверхность фотополимера, ограниченного проницаемым для кислорода окном прозрачным для актиничного излучения, и при однонаправленном перемещении платформы с закрепленным изделием от указанного окна. Благодаря ингибированному кислородом слою фотополимера, который остается жидким уменьшают прилипание изделия к окну.

Недостатком указанного способа является его недостаточная производительность. Объясняется это следующим: после построения ограниченного количества изделий, закрепленных на платформе устройства, процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями, и выполняют операции отделения изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишной

полимеризации облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

Известно техническое решение, описанное в способе изготовления целого трехмерного объекта из слоев фотоформируемой композиции (патент США на изобретение № US5122441A, МПК В29С35/08; В29С67/00; В29К105/24; G03С9/08, публ. 16.06.1992 [2]). В указанном способе изделие, закрепленное на перемещаемой платформе, формируется из жидкого фотополимера при экспозиции актиничным излучением на поверхность фотополимера ограниченного проницаемым для кислорода окном прозрачным для актиничного излучения, после экспозиции указанное окно совершает скользящее движение, изделие, закрепленное на платформе, перемещают на толщину слоя и повторяют цикл. Благодаря ингибированному кислородом слою фотополимера, который остается жидким, уменьшают степень прилипания изделия к окну.

Недостатком указанного способа является его недостаточная производительность. Объясняется это следующим: после построения ограниченного количества изделий, закрепленных на платформе устройства, процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями и выполняют операции отделения изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишной полимеризации облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

Известен способ формирования изделия из жидкого фотополимера, описанный в аппаратных конфигурациях многоволновой стереолитографии (патент США на изобретение № US10935891B2, МПК В29С64/129; В29С64/268; В29С64/282; В29С64/393; G03F7/00; G03F7/20; В33Y10/00; В33Y30/00; В33Y50/02, публ. 02.03.2021 [3]). В указанном способе, изделие, закрепленное на перемещаемой внутри емкости с фотополимером платформе, формируется из жидкого слоя фотополимера на границе ингибированного слоя при экспозиции актиничным излучением первого источника в виде непрерывной последовательности сечений на поверхность фотополимера, при этом ингибирование граничного слоя обеспечивается воздействием излучения второго источника актиничного излучения, имеющего длину волны отличную от длины волны первого источника, активирующего фотоингибитор, входящий в состав указанного полимера, в процессе построения платформа, на которой закреплено изделие перемещается по направлению от окна. Благодаря ингибированному кислородом слою фотополимера, который остается жидким, уменьшается прилипание изделия к окну.

Недостатком указанного способа является недостаточная производительность. Объясняется это следующим: после построения ограниченного количества изделий, закрепленных на платформе устройства, процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями, и выполняют операции отделения 5 изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишной полимеризации облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

В изобретении «Твердая система визуализации с использованием ингибирования фотоотверждения» описан способ, обеспечивающий преодоление 10 прилипания изделия к разделительной поверхности (прозрачному окну) при построении изделий свободной формы (патент США на изобретение № US5236326A, МПК В29С67/00; В29С35/08, публ. 17.08.1993 [4]). Экспозиция сечения производится лазерным сканирующим устройством с одной длинной волны, а активация фотоингибитора, входящего в состав фотоплимера, осуществляется 15 источником актиничного излучения с другой длиной волны. Формируемое изделие закреплено на платформе, перемещаемой по направлению от окна, после формирования каждого слоя. Благодаря ингибированному слою фотополимера, который остается жидким, уменьшается прилипание изделия к окну.

Недостатком указанного способа является низкая производительность. 20 Объясняется это следующим: после построения ограниченного количества изделий, закрепленных на платформе устройства, процесс печати останавливают, извлекают платформу с изделиями, и выполняют операции отделения изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишной полимеризации облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций 25 отдельное устройство.

Также известен способ изготовления пленки из фотополимера, описанный в этом же изобретении «Твердая система визуализации с использованием ингибирования фотоотверждения» (патент США на изобретение № US5236326A, МПК В29С67/00; В29С35/08, публ. 17.08.1993 [4]). В указанном патенте описан 30 технологический процесс, в котором изготавливают пленку экспонированием фотополимера актиничным излучением, вызывающим его полимеризацию. Экспозицию производят через окно в емкости при одновременной экспозиции этого же участка излучением, имеющим длину волны отличную от длины волны первого источника для активации фотоингибитора, входящего в состав указанного полимера 35 и создания слоя жидкого фотополимера вдоль границы раздела между окном и

формируемой пленкой. Готовая, непрерывно производимая плёнка, непрерывно удаляется из области формирования.

Недостатком указанного способа является невозможность производства указанным непрерывным способом трехмерных изделий свободной формы.

- 5 Объясняется это следующим: пленку в области экспозиции всегда перемещают параллельно поверхности окна, и также в способе не реализуют функцию пространственной модуляции источника актиничного излучения, что не позволяет быстро, качественно и эффективно производить трехмерные изделия «свободной формы». Понятие «свободная форма» в данном контексте подразумевает изделия со
- 10 сложной пространственной геометрической конфигурацией, несимметричные, имеющие большое количество детализации и подобные.

- Известен способ трехмерного производства непрерывных листов материала, который описан в техническом решении «Способ и устройств для трехмерного изготовления непрерывных листов материала» (заявка США № US2018001552A1,
- 15 МПК В29С64/124; В29С64/165; В33У10/00; В33У30/00, публ. 04.01.2018 [5]). В указанном способе механизм с приводными роликами транспортирует формируемый фотолитографическим способом непрерывный лист. Формирование указанного листа из фотополимера на поверхности оптически прозрачного окна в емкости построения с фотополимером осуществляется в соответствии с традиционной для
- 20 фотополимерной трехмерной печати схемой - при движении снизу-вверх и ортогональной ориентации экспонируемого сечения по отношению к направлению перемещения изделия. Уменьшение степени прилипания формируемого изделия к поверхности прозрачного окна емкости построения обеспечивается кислородным ингибированием граничного слоя фотополимера. Производимый листовой материал
- 25 имеет перфорацию для вырезания готовых изделий, таких, например, как обувные подошвы.

- Недостатками указанного способа являются недостаточная производительность и недостаточная экономичность процесса. Объясняется это следующим: ортогональная, относительно вектора перемещения, проекция
- 30 ограничивает максимальную единовременную площадь экспозиции, и, таким образом ограничивает производительность способа. Т.е., при осуществлении данного способа, возникает необходимость вырезать из листа заготовки изделий, таких как, например, обувные подошвы, что приводит к большому количеству отходов и большому расходу фотополимера. Также в данном процессе необходимо
- 35 осуществлять чистку изделий от остатков фотополимера и финишную

полимеризацию облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

Известен способ изготовления трехмерных моделей, который описан в патентной заявке «Способ и устройство для изготовления трехмерных моделей» (заявка США № US20130026680A1, МПК В29С35/08; В29С69/00, публ. 31.01.2013 [6]). В указанном способе трехмерные изделия формируют склеиванием дисперсного материала, селективно распыляя связующее на последовательно наносимые слои указанного материала, причем дисперсный материал располагают на конвейерной ленте, а слои дисперсного материала укладывают под острым углом к поверхности конвейерной ленты и перемещают указанную ленту для построения каждого последующего слоя.

Метод предусматривает также селективное спекание дисперсного материала.

Недостатком указанного способа является то, что селективное нанесение связующего или селективное спекание дисперсного материала осуществляется последовательно для каждого элементарного участка слоя, кроме того каждый слой дисперсного материала наносят, реализуя отдельную операцию, останавливая процесс распыления связующего в связи с тем, что скорость формирования изделий чрезвычайно мала.

Также указанный способ не позволяет реализовывать построение изделий методом фотолитографии из жидкой фотополимерной композиции.

Известен технологический процесс, описанный в патентной заявке «Устройство для изготовления трехмерных моделей с специальными строительными платформами и системами привода» (заявка США № US20150224718A1, МПК В29С67/00, публ. 13.08.2015 [7]). В указанном способе трехмерные изделия формируют склеиванием дисперсного материала, селективно распыляя связующее на последовательно наносимые слои указанного материала, при этом дисперсный материал располагают на конвейерной ленте (подвижная опорная поверхность), укладывая слои дисперсного материала под острым углом к поверхности конвейерной ленты, и перемещают указанную ленту для построения каждого последующего слоя.

Недостатком указанного способа является то, что селективное нанесение связующего осуществляется последовательно для каждого элементарного участка слоя, кроме того каждый слой дисперсного материала наносят, реализуя отдельную операцию, и останавливая процесс распыления связующего, в связи с тем, что скорость формирования изделий чрезвычайно мала. Указанный способ не позволяет

реализовывать построение изделий методом фотолитографии из жидкой фотополимерной композиции.

Наиболее близким к заявленному способу является технологический процесс - способ поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого актиничным излучением, описанный в патенте «Устройство для формирования твердого тела и способы его использования (Imager Assembly and Method for Solid Imaging, заявка США № US20080169586A1, МПК В29С35/08; G06К9/36, публ. 17.07.2008 [10]). Этот способ предусматривает экспозицию сечения формируемого изделия актиничным излучением, направленного на поверхность жидкого фотополимера, ограниченную прозрачным для такого излучения окном емкости построения, которое образует плоскость построения, отверждение жидкого фотополимера в пределах экспонируемого сечения формируемого изделия, перемещение формируемого изделия, закрепленного на подвижной опорной поверхности, по направлению от прозрачного окна, смену проекции сечения и циклическое повторение указанных действий. Т.е. при реализации указанного способа на прозрачном окне платформы построения размещают фотополимерную композицию, источником актиничного излучения осуществляют экспозицию сечений формируемого изделия при ортогональных к плоскости построения возвратно поступательных движениях платформы подъемника, на которой посредством вакуумного присасывания закреплен участок непрерывной ленты, и формируют изделие, закрепленное на поверхности указанной ленты. При завершении формирования изделия ленту перематывают на один шаг, и повторяют цикл для формирования следующего изделия, при достижении принимающего ролика, изделия отделяются от непрерывной ленты и помещаются в приемный контейнер.

Недостатками указанного способа являются недостаточная производительность и недостаточная экономичность. Объясняется это следующим: изделия формируют поочередно при ортогональной проекции сечений, выполняя для каждого формируемого слоя изделия подъем и опускание платформы подъемника с перерывами в экспозиции на время указанных перемещений. Перерывы в экспозиции значительно уменьшают скорость производства и снижают производительность в целом. А на время перематки непрерывной ленты для транспортировки изделий процесс построения останавливают полностью. Остановка построения полностью также значительно уменьшает скорость производства и значительно снижает производительность в целом. Также известное устройство не

реализует функции постобработки готовых изделий. Таким образом, указанное устройство не позволяет увеличить скорость производства изделий, не позволяет достичь улучшения качества производимых изделий, и также это устройство имеет ограниченные функциональные возможности.

5 Уровень техники в отношении устройства для способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки.

 Известно устройство для изготовления изделий способом трехмерной печати из жидкого фотополимера отверждаемого актиничным излучением, описанное в
10 способе непрерывной жидкостной межфазной печати (патент США на изобретение № US9205601B2, МПК В29С67/00; В29С33/58; В29С33/62; G03F7/00, публ. 08.12.2015 [1]), которое содержит: емкость построения для размещения фотополимера с проницаемым для кислорода окном прозрачным для актиничного излучения, источник актиничного излучения с пространственной модуляцией,
15 предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия на поверхность фотополимера, механизм перемещения формируемого изделия с перемещаемой платформой. В указанном устройстве изделие, закрепленное на перемещаемой платформе, формируется из жидкого слоя фотополимера на границе ингибированного кислородом слоя при экспозиции актиничным излучением в виде
20 непрерывной последовательности сечений на поверхность фотополимера ограниченного проницаемым для кислорода окном прозрачным для актиничного излучения при однонаправленном перемещении платформы с закрепленным изделием от указанного окна. Указанное устройство обеспечивает уменьшение степени прилипания изделия к окну благодаря ингибированному слою
25 фотополимера, который остается жидким.

 Недостатком указанного устройства является недостаточная производительность. Объясняется это следующим: платформа построения предусматривает размещение ограниченного количества изделий; после построения изделий процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями и
30 выполняют операции отделения изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера, и осуществляют финишную полимеризацию облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из указанных операций отдельное устройство.

 Известно устройство, описанное в «Способ изготовления целого трехмерного
35 объекта из слоев фотоформатимой композиции (патент США на изобретение №

US5122441A, МПК В29С35/08; В29С67/00; В29К105/24; (РС1-7): G03С9/08, публ. 16.06.1992 [8]), содержащее емкость построения для размещения фотополимера, с проницаемым для кислорода окном прозрачным для актиничного излучения и снабженным приводом для его бокового перемещения, источник актиничного излучения с пространственной модуляцией. Указанное устройство обеспечивает уменьшение прилипания изделия к прозрачному окну, благодаря ингибированному кислородом слою фотополимера, который остается жидким - это увеличивает скорость построения.

Недостатком указанного устройства является недостаточная производительность. Объясняется это следующим: платформа построения предусматривает размещение ограниченного количества изделий, и, соответственно, в процессе работы устройства, необходимо прерывать процесс производства для снятия изделий с платформы. А для очистки изделий от остатков фотополимера и финишной полимеризации облучением актиничным излучением и/или разогревом, необходимо использовать отдельные устройства.

Известно устройство, описанное в техническом решении «Аппаратные конфигурации многоволновой стереолитографии» (патент США на изобретение № US10935891B2, МПК В29С64/129; В29С64/268; В29С64/282; В29С64/393; G03F7/00; G03F7/20; В33У10/00; В33У30/00; В33У50/02, публ. 02.03.2021 [3]), которое применимо для изготовления изделий способом трехмерной печати из жидкого фотополимера отверждаемого актиничным излучением. Такое устройство содержит емкость построения для размещения фотополимера с окном прозрачным для актиничного излучения, первый источник актиничного излучения с пространственной модуляцией, предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия на поверхность фотополимера, второй немодулированный источник актиничного излучения, имеющий длину волны отличную от длины волны первого источника, механизм перемещения формируемого изделия с перемещаемой платформой.

В указанном устройстве изделие, закрепленное на перемещаемой внутри емкости с фотополимером платформе, формируется из жидкого слоя фотополимера на границе ингибированного слоя при экспозиции актиничным излучением в виде непрерывной последовательности сечений на поверхность фотополимера, при этом ингибирование граничного слоя обеспечивается воздействием излучения второго источника актиничного излучения, имеющего длину волны отличную от длины волны первого источника, активирующего фотоингибитор входящий в состав указанного полимера.

В процессе построения платформа, на которой закреплено изделие, перемещается по направлению от окна. Использование указанного устройства позволяет уменьшить прилипание изделия к окну, что увеличивает скорость построения.

Недостатком указанного устройства является недостаточная
5 производительность. Объясняется это следующим: платформа построения предусматривает размещение ограниченного количества изделий, после их построения процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями, и выполняют операции отделения изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишную полимеризацию облучением актиничным излучением
10 и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

В изобретении «Твердая система визуализации с использованием ингибирования фотоотверждения» (патент США на изобретение № US5236326A, МПК В29С67/00; В29С35/08, публ. 17.08.1993 [4]) описано устройство, обеспечивающее преодоление прилипания изделия к разделительной поверхности
15 (прозрачному окну) при построении изделий свободной формы. Экспозиция сечения производится лазерным сканирующим устройством с одной длинной волны, а активация фотоингибитора, входящего в состав фотоплимера, осуществляется источником актиничного излучения с другой длиной волны. Формируемое изделие закреплено на платформе, перемещаемой по направлению от окна, после
20 формирования каждого слоя.

Недостатком указанного устройства является низкая производительность. Объясняется это следующим: платформа построения предусматривает размещение ограниченного количества изделий, после их построения процесс печати останавливают, удаляют платформу с изделиями и выполняют операции отделения
25 изделий от платформы, очистку изделий от остатков фотополимера и финишную полимеризацию облучением актиничным излучением и/или разогревом, используя для каждой из операций отдельное устройство.

В этом же изобретении «Твердая система визуализации с использованием ингибирования фотоотверждения» (патент США на изобретение № US5236326A, МПК В29С67/00; В29С35/08, публ. 17.08.1993 [4]) описано устройство для
30 изготовления пленки из фотополимера. В этом устройстве, от первого источника через окно в емкости экспонируют фотополимер актиничным излучением, вызывающим его полимеризацию, одновременно осуществляют экспозицию этого же участка излучением от второго источника, имеющего длину волны отличную от
35 длины волны первого источника. Излучение второго источника активирует

фотоингибитор, входящий в состав указанного полимера, что обеспечивает наличие слоя жидкого фотополимера вдоль границы раздела между окном в емкости и формируемой пленкой. Готовая, непрерывно производимая плёнка, удаляется из области формирования, во время построения совершая скользящее движение вдоль поверхности окна в емкости с фотополимером.

Недостатком указанного устройства является невозможность непрерывного производства трехмерных изделий свободной формы. Объясняется это следующим: конструкция устройства обеспечивает изготовление только двумерного изделия, форма которого задана и ограничена конструкцией устройства. Перемещение формируемой пленки осуществляется исключительно вдоль поверхности окна, а источник актиничного излучения не реализует функцию пространственной модуляции.

Известно устройство для трехмерного производства непрерывных листов материала, которое описано в техническом решении «Способ и устройство для трехмерного изготовления непрерывных листов материала» (заявка США № US2018001552A1, МПК В29С64/124; В29С64/165; В33У10/00; В33У30/00, публ. 04.01.2018 [5]). Устройство содержит емкость для фотополимера с окном прозрачным для актиничного излучения, источник актиничного излучения с пространственной модуляцией, механизм с приводными роликами, который транспортирует формируемый фотолитографическим способом непрерывный лист. Для обеспечения кислородного ингибирования граничного слоя фотополимера, окно выполнено проницаемым для кислорода. Формирование из фотополимера на поверхности оптически прозрачного окна в емкости с фотополимером осуществляется в соответствии с традиционной для фотополимерной трехмерной печати схемой при движении снизу-вверх и ортогональной ориентации экспонируемого сечения по отношению к направлению перемещения изделия. Производимый листовый материал имеет перфорацию для вырезания готовых изделий, таких как, например, обувные подошвы.

Недостатками указанного устройства являются недостаточная производительность и недостаточная экономичность. Объясняется это следующим: ортогональная, относительно вектора перемещения, проекция ограничивает максимальную единовременную площадь экспозиции, и, таким образом ограничивает производительность устройства. Конструкцией устройства предусмотрено изготовление только листа постоянной толщины, при этом

необходимость вырезать из листа заготовки изделий, такие как обувные подошвы, приводит к большому количеству отходов и большому расходу фотополимера.

Известно устройство, описанное в патентной заявке «Способ и устройство для изготовления трехмерных моделей» (заявка США № US2018001552A1, МПК В29С64/165; В33У10/00; В33У30/00, публ. 04.01.2018 [9]), содержащее: конвейер, дозирующее устройство для порошка, выравнивающее устройство для порошка, форсунки для распыления связующего, привод для перемещения форсунок. В указанном устройстве трехмерные изделия формируют склеиванием дисперсного материала, селективно распыляя связующее на последовательно наносимые слои указанного материала, причем дисперсный материал располагают на конвейерной ленте, а слои дисперсного материала укладывают под острым углом к поверхности конвейерной ленты, и перемещают указанную ленту для построения каждого последующего слоя. В отдельных вариантах работы устройства предусмотрена возможность также селективного спекания дисперсного материала.

Недостатком известного устройства является то, что его конструкцией предусмотрено последовательное селективное нанесение связующего или последовательное селективное спекание дисперсного материала для каждого элементарного участка слоя, кроме того, для нанесения каждого слоя дисперсного материала конструкцией предусмотрена отдельная операция в связи с чем скорость формирования изделий чрезвычайно мала. Указанная конструкция также не позволяет реализовать построение изделий методом фотолитографии из жидкого фотополимера.

Известно устройство, описанное в патентной заявке «Устройство для изготовления трехмерных моделей с специальными строительными платформами и системами привода» (заявка США № US20150224718A1, МПК В29С67/00, публ. 13.08.2015 [7]), содержащее: конвейер, дозирующее устройство для порошка, выравнивающее устройство, форсунки для распыления связующего, привод для перемещения форсунок. В указанном устройстве трехмерные изделия формируют склеиванием дисперсного материала, селективно распыляя связующее на последовательно наносимые слои указанного материала, причем дисперсный материал располагают на конвейерной ленте, укладывая слои дисперсного материала под острым углом к поверхности конвейерной ленты, и перемещают указанную ленту для построения каждого последующего слоя.

Недостатком известного устройства является то, что его конструкцией предусмотрено последовательное селективное нанесение связующего для каждого

элементарного участка слоя, кроме того, для нанесения каждого слоя дисперсного материала конструкцией предусмотрена отдельная операция, в связи чем скорость формирования изделий чрезвычайно мала. Указанная конструкция также не позволяет реализовать построение изделий методом фотолитографии.

5 Наиболее близким к заявленному устройству является конструкция, описанная в патентной заявке «Устройство для формирования твердого тела и способы его использования (Imager Assembly and Method for Solid Imaging, заявка США № US20080169586A1, МПК В29С35/08; G06К9/36, публ. 17.07.2008 [10]).

10 Указанное устройство предназначено для поточного изготовления изделий способом трехмерной печати из жидкого фотополимера, и содержит: емкость построения для размещения жидкого фотополимера с окном прозрачным для актиничного излучения, источник актиничного излучения с пространственной модуляцией, предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия на поверхность жидкого фотополимера, механизм перемещения формируемого
15 изделия с электрический приводом и опорной поверхностью для размещения формируемого изделия. Кроме того, данное устройство содержит платформу подъемника, подающий и приемный ролики для перематки непрерывной ленты.

20 В указанном устройстве на окне платформы построения размещают фотополимерную композицию, источником актиничного излучения осуществляют экспозицию сечений формируемого изделия при ортогональных к плоскости построения возвратно поступательных движениях платформы подъемника, на которой посредством вакуумного присасывания закреплен участок непрерывной ленты, и формируют изделие, закрепленное на поверхности указанной ленты. При
25 завершении формирования изделия ленту перематывают на один шаг, и повторяют цикл для формирования следующего изделия, при достижении принимающего ролика, изделия отделяются от непрерывной ленты и помещаются в приемный контейнер.

30 Недостатками указанного устройства являются недостаточная производительность и недостаточная экономичность. Объясняется это следующим: изделия формируют поочередно при ортогональной проекции сечений, выполняя для каждого формируемого слоя подъем и опускание платформы подъемника с перерывами в экспозиции на время указанных перемещений. А на время перематки непрерывной ленты для транспортировки изделий процесс построения
35 останавливают полностью. Также известное устройство не реализует функции постобработки готовых изделий. Таким образом, указанное устройство не позволяет

увеличить скорость производства изделий, не позволяет достичь улучшения качества производимых изделий, и также это устройство имеет ограниченные функциональные возможности.

5 В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа производства изделий из фотополимера трехмерной печатью, и в котором, путем введения новых операций и новых условий их выполнения, обеспечивают увеличение скорости производства, улучшение качества производимых изделий, увеличение производительности и расширение функциональных возможностей способа поточного производства изделий трехмерной печатью.

10 Также в основу изобретения поставлена задача усовершенствования устройства для производства изделий из фотополимера трехмерной печатью, в котором, путем введения новых элементов, новых связей между ними и нового их исполнения, обеспечивают увеличение скорости производства, улучшение качества производимых изделий, увеличение производительности всего процесса и
15 расширение функциональных возможностей устройства.

Поставленная задача решается тем, что способ непрерывного поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого актиничным излучением, предусматривает экспозицию сечения формируемого изделия 6 актиничным излучением, направленным на поверхность
20 жидкого фотополимера 3, ограниченную прозрачным для такого излучения окном 4 емкости построения 2, которое образует плоскость построения 7, отверждение жидкого фотополимера 3 в пределах экспонируемого сечения формируемого изделия 6, перемещение формируемого изделия 6, закрепленного на подвижной опорной поверхности, по направлению от прозрачного окна 4, смену проекции
25 сечения и циклическое повторение указанных действий.

Новым является то, что, при реализации способа, формируемое из жидкого фотополимера 3 изделие 6, закрепленное на подвижной опорной поверхности, в процессе построения перемещают под острым углом 13 к плоскости построения 7, а подвижная опорная поверхность представляет собой непрерывно перематываемую
30 ленту 9, при этом процесс построения формируемого изделия 6 начинают экспозицией ограниченного участка сечения формируемого изделия 6 в зоне, где расстояние 62 от плоскости построения 7 до поверхности ленты 9 соответствует глубине эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фотополимер 3, и увеличивают зону экспозиции по мере перемещения изделия 6, с
35 соблюдением расстояния 62 также и для формируемой поверхности изделия 6.

Для отдельных условий и случаев реализации и использования способа поточного производства изделий трехмерной печатью, изобретение характеризуется следующими дополнительными новыми признаками, которые развивают и уточняют совокупность существенных признаков независимого пункта формулы, касающегося

5 способа.

Угол 13 между вектором перемещения непрерывной ленты 9 и плоскостью построения 7 составляет от менее 90° до 45° или от 45° до 25° , или от 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$.

Непрерывная лента 9 представляет собой замкнутую ленту.

10 Непрерывная лента 9 представляет собой непрерывно подаваемую расходуемую ленту – носитель 19.

Непрерывная лента 9 дополнительно транспортирует расходуемую основу для построения изделий 6 или встраиваемые компоненты 22 изделий 6.

При осуществлении способа реализуют процесс однонаправленного построения изделия 6 с непрерывной экспозицией последовательности сечений формируемого изделия 6.

15

При осуществлении способа реализуют процесс построения изделия 6 с возвратно-поступательным перемещением и перерывами между экспозициями сечений формируемого изделия (6).

20 При осуществлении способа одновременно экспонируют, по меньшей мере, сечения двух изделий 6.

Для уменьшения силы прилипания формируемого изделия 6 к прозрачному окну 4, используют ингибирование граничного слоя фотополимера 3: кислородное ингибирование граничного слоя фотополимера 3, или фотонное ингибирование

25 граничного слоя фотополимера 3, или химическое ингибирование граничного слоя фотополимера 3, или используют преобразование волнового фронта актиничного излучения или многоволновую фотополимеризацию.

Элементы, обеспечивающие механическое сопряжение изделия (6) с подвижной опорной поверхностью и между собой (элементы поддержек), являются

30 объектами параметрического проектирования и их автоматически моделируют средствами программного обеспечения принтера.

Передача данных о трехмерных моделях в программное обеспечение принтера, слайсинг указанных трехмерных моделей и формирование проектов трехмерной печати осуществляют, не прерывая процесс производства

Слайсинг трехмерных моделей выполняют под углом менее 90° к вектору перемещения изделия 6.

Очистку сформированного изделия 6 от остатков жидкого фотополимера 3 осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

Финишную полимеризацию облучением сформированного изделия 6 активничным излучением и/или нагреванием осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

Нанесение на сформированные изделия 6 окрашивающих или функциональных покрытий осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

Поставленная задача также решается тем, что устройство для непрерывного поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого активничным излучением содержит: емкость построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 с окном 4 прозрачным для активничного излучения, источник активничного излучения 5 с пространственной модуляцией, предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия 6 на поверхность жидкого фотополимера 3, механизм перемещения формируемого изделия 6 с электрический приводом и опорной поверхностью для размещения формируемого изделия 6.

Новым является то, что механизм перемещения формируемого изделия 6 выполнен в виде механизма для перемещения 8 непрерывной ленты 9, при этом поверхность указанной непрерывной ленты 9 расположена под острым углом 13 к поверхности прозрачного для активничного излучения окна 4 в емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3, при этом указанная непрерывная лента 9 является поверхностью для размещения формируемого изделия 6.

Для отдельных условий и случаев реализации и использования устройства для поточного производства изделий способом трехмерной печати из жидкого фотополимера отверждаемого активничным излучением, изобретение характеризуется следующими дополнительными новыми признаками, которые развивают и уточняют совокупность существенных признаков независимого пункта формулы, касающегося устройства.

Угол 13 между что поверхностью прозрачного для активничного излучения окна 4 в емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 и

поверхностью непрерывной ленты 9 составляет от менее 90° до 45° или от 45° до 25° , или от 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$.

Непрерывная лента 9 представляет собой ленту конвейера.

Устройство выполнено с возможностью непрерывной подачи расходуемой
5 ленты - носителя 19.

Непрерывная лента 9 выполнена с возможностью транспортировки
дополнительной расходуемой основы для построения изделий 6 или встраиваемых в
изделия 6 компонентов 22.

В качестве элемента, образующего опорную поверхность для непрерывной
10 ленты 9, используется магнитная или электромагнитная опорная плита 14, а
непрерывная лента 9 выполнена из материала с ферромагнитными свойствами.

В качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной
модуляцией используется, по меньшей мере, один DLP-проектор 23.

В качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной
15 модуляцией используется лазерное сканирующее устройство 25, содержащее, по
меньшей мере, один лазерный источник.

В качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной
модуляцией используется сочетание, по меньшей мере, одного DLP-проектора 23 и,
по меньшей мере, одного лазерного сканирующего устройства 25.

В качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной
20 модуляцией используется, по меньшей мере, одна LCD-панель с подсветкой
коллимированным актиничным излучением.

Устройство дополнительно к источнику актиничного излучения 5 с
пространственной модуляцией содержит немодулированный источник актиничного
25 излучения 24, длина волны которого отличается от длины волны источника
актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией.

В качестве материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 для
размещения жидкого фотополимера 3 используется материал проницаемый для
кислорода и/или материал с низкой энергией поверхности.

В состав материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 для размещения
30 жидкого фотополимера 3 включен реагент - ингибитор радикальной полимеризации.

В состав прозрачного окна 4 емкости построения 2 для размещения жидкого
фотополимера 3 включен преобразователь волнового фронта актиничного
излучения.

Устройство содержит средство транспортировки изделий 6 на стадии постобработки, выполненное в виде конвейера.

Устройство содержит узел очистки 33 изделий 6 от остатков неотвержденного фотополимера 3, выполненный в виде группы форсунок 34 для обдува сжатым газом.

Узел очистки 33 изделий 6 от остатков неотвержденного фотополимера 3, выполненный в виде проходной моечной камеры и/или ванны.

Устройство содержит узел финишной полимеризации, выполненный в виде проходной камеры с источниками актиничного излучения 59 и/или источниками тепла 60.

В качестве системы управления 61 использован контроллер на базе микропроцессора или компьютер общего применения находящиеся или под управлением специализированного программного обеспечения.

Причинно-следственная связь между существенными признаками способа и техническим результатом состоит в следующем.

Все действия, осуществляемые при реализации способа, при которых: формируемое из жидкого фотополимера 3 изделие 6, закрепленное на подвижной опорной поверхности, в процессе построения перемещают под острым углом 13 к плоскости построения 7, при этом, подвижная опорная поверхность представляет собой непрерывно перематываемую ленту 9, а процесс построения формируемого изделия 6 начинают экспозицией ограниченного участка сечения формируемого изделия 6 в зоне, где расстояние 62 от плоскости построения 7 до поверхности ленты 9 соответствует глубине эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фотополимер 3, и увеличивают зону экспозиции по мере перемещения изделия 6, с соблюдением расстояния 62 также и для формируемой поверхности изделия 6 в совокупности с известными действиями способа, которые указаны в формуле изобретения, позволяют увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий 6, увеличить производительность, и в целом расширить функциональные возможности способа.

Объясняется это тем, что указанное техническое решение в виде совокупности действий, описанных в формуле изобретения:

- обеспечивает возможность производства различных изделий 6 в непрерывной последовательности, причем в процессе производства одновременно находятся формируемые изделия 6 в начале производственного цикла, а также практически сформированные изделия 6, построение которых завершается, и

готовые изделия 6, непрерывно удаляемые из устройства, и это позволяет значительно увеличить скорость производства;

- позволяет увеличить площадь одновременной экспозиции, что увеличивает количество одновременно отверждаемого жидкого фотополимера 3, и это
5 обеспечивает значительное увеличение производительности;

- облегчает отделение готовых сформированных изделий 6 от интерфейса построения, оберегая их от деформации, поскольку вектор движения, при отделении изделий 6 от поверхности прозрачного окна 4, имеет составляющую параллельную поверхности формирования, и это позволяет улучшить качество производимых
10 изделий 6.

Хотя в предложенном способе печать изделий 6 начинается с ограниченной зоны экспозиции, и вначале процесса преимущества фотополимерной DLP 3D-печати реализуются не в полной мере, но оказывается, что при продолжении процесса и при полной реализации всех действий предложенного способа, именно в
15 случае поточного производства (которое и обеспечивает совокупность всех существенных признаков способа), когда в процессе построения находится серия изделий 6 на различных стадиях изготовления (начало формирования, основной процесс формирование, завершение формирования, выгрузка сформированных изделий 6), скорость производства оказывается наивысшей, благодаря отсутствию
20 пауз, максимальной одновременной площади экспозиции, и автоматизации процесса выгрузки готовых изделий 6. В предложенном способе “автоматизация” выгрузки изделий 6 обеспечивается за счет того, что готовые изделия 6, удерживаемые на подвижной опорной поверхности - непрерывно перематываемой ленте 9, силами адгезии транспортируются указанной лентой 9 за пределы области построения, и
25 далее, при изгибании, ленты 9 вокруг валика механизма перемещения 8 ленты 9, готовые изделия 6 автоматически (при изгибании ленты 9) отделяются от поверхности ленты 9 и автоматически помещаются в приемный контейнер либо на конвейер, транспортирующий изделия 6 на последующие стадии постобработки, причем в это же время продолжается процесс формирования изделий 6 на всех
30 предыдущих стадиях.

Развивающие признаки способа в совокупности с заявленными новыми и известными признаками способа обеспечивают увеличение скорости, улучшение качества изделий, увеличение производительности и расширение функциональных возможностей способа, поскольку дополнительные признаки улучшают и

разнообразят обеспечение возможности быстрого производства качественных изделий в непрерывной последовательности.

Причинно-следственная связь между существенными признаками развивающих пунктов способа и техническим результатом состоит в следующем.

5 То, что, при реализации способа, угол 13 между вектором перемещения непрерывной ленты 9 и плоскостью построения 7 составляет от составляет от менее 90° до 45°, предпочтительно от 45° до 25°, или от 25° до 2,5°, или от 2,5° до 0,1°, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности
10 способа. Объясняется это тем, что указанное решение обеспечивает возможность производства различных изделий в непрерывной последовательности. Устанавливая различные углы 13 между вектором перемещения и плоскостью построения 7 возможно оптимизировать производительность системы с учетом габаритов изделий 6, например, устанавливать для невысоких изделий 6 увеличенную скорость
15 транспортировки, или увеличивать габаритные размеры производимых изделий 6, увеличивая угол 13 между поверхностью непрерывной ленты 9 и плоскостью построения 7 при уменьшении скорости перемещения.

То, что, при реализации способа, непрерывная лента 9 представляет собой замкнутую ленту, например – в виде замкнутой конвейерной ленты, позволяет
20 увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что расположение изделий на замкнутой конвейерной непрерывной ленте 9 позволит производить различные изделия в непрерывной последовательности и легко отделять изделия 6 от ленты 9 конвейера при
25 завершении построения благодаря деформации замкнутой ленты 9 на конце конвейера.

То, что, при реализации способа, непрерывная лента 9 представляет собой непрерывно подаваемую расходуемую ленту – носитель 19, позволяет расширить функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что использование
30 расходуемой основы для построения может обеспечить формирование непрерывного линейного массива мелких изделий 6, закрепленных на указанной непрерывно подаваемой расходуемой ленте – носителе 19 и упростить их постобработку и сортировку.

То, что, при реализации способа, непрерывная лента 9 дополнительно
35 транспортирует расходуемую основу для построения изделий 6 или встраиваемые

компоненты 22 изделий 6, позволяет расширить функциональные возможности способа (расходуемая основа для построения изделий 6 может представлять собой пленку, сетку, ткань, группу параллельных волокон, сплошную или перфорированную металлическую фольгу или композицию перечисленного.

- 5 Расходуемая основа может содержать маркировку, образовывать отделяемые или неотделяемые слои на изделиях 6). Объясняется это тем, что использование заранее подготовленной расходуемой основы для построения может обеспечить формирование изделий 6 с особыми свойствами, облегчить отделение от опорной поверхности изделий 6 из эластичных полимеров и/или полимеров, имеющих
- 10 свойство высокой адгезии.

В процессе производства в изделие 6 могут быть встроены дополнительные компоненты 22, например - сенсоры различных типов, микрочипы, или изделия на их основе, RFID метки и др. Указанные действия способа позволяют получить композитные изделия 6, изделия 6 со встроенными компонентами 22, наделенные

15 особыми функциями и свойствами.

То, что в способе реализован процесс однонаправленного построения изделия 6 с непрерывной экспозицией последовательности сечений формируемого изделия 6, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности

20 способа. Объясняется это тем, что быстрый непрерывный процесс, реализованный благодаря исключению прилипания формируемого изделия 6 к прозрачному окну 4 емкости построения 2 без перерывов в экспозиции при поточном производстве изделий 6, обеспечивает: непрерывность процесса полимеризации, отсутствие отдельных слоев отверждения, производство без пауз и, соответственно, наивысшую

25 производительность и наилучшее качество производимых изделий 6.

То, что в способе реализован процесс построения изделия 6 с возвратно поступательным перемещением и перерывами между экспозициями сечений формируемого изделия 6 позволяет расширить функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что указанные действия способа обеспечивают

30 построение изделий 6 из фотополимерных композиций ингибирование которых, необходимое для реализации непрерывного процесса, невозможно либо затруднено, например, это фотополимеры, изготовленные на основе мономеров с ионным типом полимеризации.

То, что, при реализации способа, одновременно экспонируется, по меньшей

35 мере, сечения двух изделий 6, позволяет увеличить скорость производства и

увеличить производительность. Объясняется это тем, что большая площадь одновременно экспонируемых сечений двух и более изделий 6, позволяет увеличить объем одновременно полимеризуемого фотополимера и, соответственно, позволяет увеличить скорость и производительность способа.

5 То, что, при реализации способа, для уменьшения силы прилипания, формируемого изделия 6 к прозрачному окну 4, используют ингибирование граничного слоя фотополимера: кислородное ингибирование граничного слоя фотополимера, фотонное ингибирование граничного слоя фотополимера, химическое ингибирование граничного слоя фотополимера, преобразование
10 волнового фронта актиничного излучения или многоволновую фотополимеризацию, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что подвижность граничного слоя фотополимера, достигаемая одним из указанных действий способа, исключает или уменьшает
15 прилипание изделия 6 к прозрачному окну 4, и обеспечивает быстрый непрерывный процесс построения без перерывов в экспозиции, при поточном производстве изделий 6, обеспечивает непрерывность процесса полимеризации, обеспечивает процесс производства без пауз и, соответственно, наивысшую производительность при наилучшем качестве.

20 То, что, элементы, обеспечивающие механическое сопряжение изделия 6 с подвижной опорной поверхностью и между собой (элементы поддержек), являются объектами параметрического проектирования и моделируется автоматически средствами программного обеспечения принтера, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает
25 производительность и расширяет функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что для автоматизации обработки цифровых моделей изделий 6 и расстановки поддерживающих элементов предпочтительно использовать объекты параметрического моделирования, алгоритмические описания которых возможно выполнять в виде вычисляемых функций или в виде заранее
30 разработанных элементарных трехмерных моделей – примитивов. Быстрое вычисление указанных функций или расстановка примитивов экономит вычислительные мощности и позволяет готовить изделия к печати синхронно с процессом печати исключив работу оператора и влияние на качество субъективных факторов. Таким образом, увеличивается скорость производства и улучшается
35 качество производимых изделий.

То, что, передача данных о трехмерных моделях в программное обеспечение принтера, слайсинг указанных трехмерных моделей и формирование проектов трехмерной печати, осуществляются без прерывания процесса производства, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что унификация процесса подготовки моделей изделий к печати позволяет произвести его эффективную автоматизацию, сократить время обработки данных, исключив работу оператора и влияние на качество субъективных факторов.

10 При реализации способа слайсинг трехмерных моделей выполняют под углом менее 90° к вектору перемещения изделия 6, и это расширяет функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что для обеспечения построения в соответствии с такими действиями заявленного способа, при сплайсинге выбирают угол, соответствующий углу между вектором перемещения изделия 6 и плоскостью построения 7.

15 То, что, при реализации способа очистка изделия 6 от остатков фотополимера осуществляется в едином непрерывном производственном цикле, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности способа. 20 Объясняется это тем, что непрерывный процесс производства, свободный от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий 6 и оборота большого количества оснастки, обеспечивает лучшую экономию производственных ресурсов, исключение ручного труда при очистке изделий 6, и увеличивает скорость и улучшает качество, благодаря точному 25 соблюдению технологических режимов.

При реализации способа финишная полимеризация облучением изделия 6 актиничным излучением и/или нагреванием осуществляется в едином непрерывном производственном цикле, и это увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет 30 функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что, непрерывный процесс производства, свободный от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий 6 и оборота большого количества оснастки, обеспечивает лучшую экономию производственных ресурсов, исключение ручного труда при перегрузке изделий 6 для выполнения процедуры финишной

полимеризации, и увеличивает скорость и улучшает качество, благодаря точному соблюдению технологических режимов.

То, что при реализации способа нанесение на изделия 6 окрашивающих или функциональных покрытий осуществляется в едином непрерывном производственном цикле, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности способа. Объясняется это тем, что непрерывный процесс производства, свободный от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, и оборота большого количества оснастки, обеспечивает лучшую экономию производственных ресурсов, исключение ручного труда при нанесении на изделия 6 функциональных или защитных покрытий, увеличивает скорость и улучшает качество, благодаря точному соблюдению технологических режимов и исключению промежуточного хранения изделий 6.

Причинно-следственная связь между существенными признаками устройства и техническим результатом состоит в следующем.

То, что механизм перемещения формируемого изделия 6 выполнен в виде механизма для перемещения 8 непрерывной ленты 9, при этом поверхность указанной непрерывной ленты 9 расположена под острым углом 13 к поверхности прозрачного для актиничного излучения окна 4 в емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3, при этом указанная непрерывная лента 9 является поверхностью для размещения формируемого изделия 6, в совокупности с известными конструктивными элементами устройства, которые указаны в формуле изобретения, появляется возможность увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что указанное решение в виде совокупности всех конструктивных признаков, описанных независимом пункте формулы изобретения в отношении устройства, обеспечивает возможность полностью автоматизированного производства различных изделий в непрерывной последовательности, при непрерывном их построении, и непрерывном автоматическом удалении из устройства, позволяет увеличить площадь экспозиции в расчете на одно изделие, облегчает отделение изделий от интерфейса построения, оберегая их от деформации, что непосредственно влияет на увеличение скорости производства и на улучшение качества производимых изделий.

Особенностью предложенного устройства является именно расположение поверхности непрерывной ленты 9 (которая является механизмом для перемещения

8 формируемого исключительно из жидкого фотополимера 3 изделия б) исключительно под острым углом 13 к поверхности прозрачного для актиничного излучения окна 4 в емкости построения 2, в которой размещается жидкий фотополимер 3. При таком расположении непрерывной ленты 9 под острым углом 5 13 к поверхности прозрачного окна 4 печать изделий б начинается с ограниченной зоны экспозиции (именно из-за острого угла 13), и вначале процесса построения изделий б преимущества фотополимерной DLP 3D-печати реализуются не в полной мере, т.е. несколько менее эффективно, чем при известных из уровня техники ортогональных расположениях для экспозиции именно фотополимеров. Но 10 оказывается, что при продолжении процесса работы предлагаемого устройства, именно расположение перемещаемой непрерывной ленты 9 под острым углом 13 к поверхности прозрачного окна 4 емкости построения, в которой находится жидкий фотополимер 3, позволяет обеспечить непрерывный процесс поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера 3, 15 отверждаемого актиничным излучением (т.е. обеспечить работой устройства реализацию предложенного способа) без остановок и пауз, при автоматическом извлечении изделий б из устройства, без применения дополнительного оборудования, без дополнительных операций и действий с использованием сторонних устройств, без ограничения количества изделий б, которые могут быть 20 сформированы и транспортированы из зоны формирования. Таким образом предложенное устройство обеспечивает возможность непрерывного поточного производства, когда в процессе построения находится серия изделий б на различных стадиях изготовления (начало формирования, основной процесс формирование, завершение формирования, сформированные изделия б), скорость производства 25 оказывается наивысшей, благодаря отсутствию пауз, остановок, при максимальной одновременной площади экспозиции, и благодаря автоматизации процесса выгрузки готовых изделий б из устройства. Обеспечение «автоматизации процесса выгрузки» конструктивными особенностями устройства, описано ранее при раскрытии причинно-следственной связи между существенными признаками способа и 30 техническим результатом.

Дополнительные и развивающие признаки устройства, в совокупности с заявленными и известными признаками устройства, обеспечивают увеличение скорости производства, улучшение качества производимых изделий, увеличение производительности и расширение функциональных возможностей устройства,

поскольку обеспечивают возможность производства изделий в непрерывной последовательности при непрерывном их построении.

Причинно-следственная связь между признаками развивающих пунктов устройства и техническим результатом состоит в следующем.

5 То, что, в устройстве существует возможность вариативности острого угла 13 между поверхностью прозрачного для актиничного излучения окна 6 в емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 и поверхностью непрерывной ленты 9 составляет от менее составляет от менее 90° до 45° , предпочтительнее от 45° до 25° , или от 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$, позволяет
10 увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что указанное конструктивная особенность устройства обеспечивает возможность производства различных изделий 6 в непрерывной последовательности при непрерывном их построении. Устанавливая
15 различные углы 13 между вектором перемещения изделия 6 и плоскостью построения 7, возможно оптимизировать производительность системы с учетом габаритов изделий 6. Например, устанавливать для невысоких изделий 6 увеличенную скорость транспортировки, или увеличивать габаритные размеры производимых изделий 6, увеличивая угол 13 между поверхностью непрерывной
20 ленты 9 и плоскостью построения 7, при уменьшении скорости перемещения указанных изделий 6.

То, что в устройстве непрерывная лента 9 выполнена в виде замкнутой ленты конвейера, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить
25 функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что расположение изделий 6 на непрерывной ленте 9 позволит производить различные изделия 6 в непрерывной последовательности при непрерывном их построении, при непрерывном автоматическом удалении из устройства, легко отделять изделия 6 от ленты 9 конвейера при завершении построения.

30 То, что устройство выполнено с возможностью непрерывной подачи расходуемой ленты – носителя 19, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что использование расходуемой основы для построения может обеспечить

формирование непрерывного линейного массива мелких изделий 6, закрепленных на указанной ленте-носителе 9, и упростить их постобработку и сортировку.

То, что в устройстве непрерывная лента 9 выполнена с возможностью транспортировки дополнительной расходуемой основы для построения изделий 6 или встраиваемых в изделия 6 компонентов 22, расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что использование заранее подготовленной расходуемой основы для построения изделий, которая может представлять собой пленку, сетку, ткань, группу параллельных волокон, сплошную или перфорированную металлическую фольгу или композицию перечисленного, может обеспечить формирование изделий 6 с особыми свойствами, облегчить отделение изделий 6 из эластичных полимеров и/или полимеров, имеющих свойство высокой адгезии. Заранее подготовленные расходуемые основы для построения могут содержать маркировку, образовывать отделяемые или неотделяемые слои на изделиях 6. В изделие 6 могут быть встроены дополнительные компоненты 22, например, сенсоры различных типов, микрочипы, или изделия на их основе, RFID метки и др., и это позволяет получить композитные изделия 6, изделия 6 со встроенными компонентами 22, наделенные особыми функциями и свойствами.

То, что, в устройстве в качестве элемента, образующего опорную поверхность для непрерывной ленты 9, используется магнитная или электромагнитная опорная плита 14, а материал непрерывной ленты 9 обладает ферромагнитными свойствами (т.е. - непрерывная лента 9 выполнена из материала с ферромагнитными свойствами), увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что в случае, когда для стабилизации непрерывной ленты 9, в процессе построения используют магнитное поле управляемой силы, это позволяет предотвратить поперечные колебания указанной ленты 9, сохранив только продольную составляющую в движении указанной ленты 9, что обеспечит высокую точность изготовления изделий 6 и стабильность их геометрических параметров.

Использование в устройстве в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией, по меньшей мере, одного DLP-проектора 23 позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что DLP-проектор 23 обеспечивает

одновременную экспозицию всего сечения формируемого изделия 6 с дифференцированной яркостью для различных участков.

Использование в устройстве в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией лазерного сканирующего устройства 25, содержащего, по меньшей мере, один лазерный источник, позволяет улучшить качество производимых изделий и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что лазерное сканирующее устройство 25 обеспечивает высокую точность соблюдения контура сечения формируемого изделия 6 и высокую удельную мощность излучения.

Использование в устройстве в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией сочетания, по меньшей мере, одного DLP-проектора 23 и, по меньшей мере, одного лазерного сканирующего устройства 25, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что DLP-проектор 23 обеспечивает одновременную экспозицию всего сечения формируемого изделия 6, лазерное сканирующее устройство 25 обеспечивает высокую точность соблюдения контура сечения формируемого изделия 6 и высокую удельную мощность излучения.

Использование в устройстве в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией, по меньшей мере, одной LCD-панели с подсветкой коллимированным актиничным излучением увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что LCD-панель с подсветкой коллимированным актиничным излучением обеспечивает высокую разрешающую способность, и возможность экспозиции большой площади с относительно высокой удельной мощностью актиничного излучения.

Использование в устройстве немодулированного источника актиничного излучения 24 (дополнительно к источнику актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией), длина волны которого отличается от длины волны источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что указанный источник 24 предназначен для активации фотоингибитора, входящего в состав фотополимерной композиции и обеспечивает возможность реализации технологии преодоления прилипания изделия

6 к окну 4, основанной на фотоингибировании граничного к окну 4 слоя фотополимера. Отсутствие прилипания формируемого изделия 6 к окну 4 емкости построения 2 позволяет непрерывно перемещать изделие 6 в процессе построения и осуществлять непрерывную экспозицию.

5 То, что, в устройстве в качестве материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 используется материал проницаемый для кислорода и/или материал с низкой энергией поверхности увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности
10 устройства. Объясняется это тем, что кислород - ингибитор радикальной полимеризации, проникая сквозь материал окна 4 емкости построения 2, обеспечивает наличие неотвержденного фотополимера на поверхности указанного окна 4 и обеспечивает реализацию функции непрерывного построения изделия 6 при непрерывной экспозиции. Материал с низкой энергией поверхности обеспечивает
15 легкое отделение прилипшей части формируемого изделия 6.

Наличие в составе материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 реагента-ингибитора радикальной полимеризации, позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства.
20 Объясняется это тем, что реагент-ингибитор радикальной полимеризации, входящий в состав материала окна 4, обеспечивает наличие неотвержденного фотополимера на поверхности указанного окна 4, что позволяет реализовать функцию непрерывного построения изделия 6 при непрерывной экспозиции.

Наличие в составе материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 преобразователя волнового фронта актиничного излучения позволяет увеличить
25 скорость производства, улучшить качество производимых изделий, увеличить производительность и расширить функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что перераспределение актиничного излучения в слое, граничащем с окном 4, обеспечивает наличие неотвержденного фотополимера на
30 поверхности указанного окна 4 и обеспечивает реализацию функции непрерывного построения изделия 6 при непрерывной экспозиции.

То, что, устройство содержит средство транспортировки изделий 6 на стадии постобработки выполненное в виде конвейера, улучшает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и
35 расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что

средство транспортировки в виде конвейера обеспечивает равномерную и своевременную подачу изделий 6 к стадиям постобработки, соблюдение продолжительности и последовательности всех стадий постобработки изделий.

То, что, устройство содержит узел очистки 33 изделий 6 от остатков фотополимера 3, выполненный в виде группы форсунок 34 для обдува сжатым газом, улучшает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что фотополимер 3, удаленный с поверхности изделий 6 обдувкой сжатым газом возвращают в производственный процесс, обеспечивая его экономию, продлевают цикл службы моющего раствора 44 в связи с его меньшим загрязнением, и уменьшают нагрузку на систему очистки моющего раствора 44.

То, что, устройство содержит узел очистки 33 изделий 6 от остатков фотополимера 3, который выполнен в виде проходной моечной камеры и/или ванны, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что наличие проходной моечной камеры или ванны обеспечивает реализацию непрерывного процесса производства, свободного от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий и оборота большого количества оснастки.

То, что, устройство содержит узел финишной полимеризации, выполненный в виде проходной камеры с источниками актиничного излучения 59 и/или источниками тепла 60, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности устройства. Объясняется это тем, что наличие проходной камеры с источниками актиничного излучения 59 и/или источниками тепла 60 обеспечивает реализацию непрерывного процесса финишной полимеризации и непрерывного процесса производства, свободного от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий 6 и оборота большого количества оснастки.

То, что в устройстве, в качестве системы управления 61 использован контроллер на базе микропроцессора или компьютер общего применения, которые находятся под управлением специализированного программного обеспечения, увеличивает скорость производства, улучшает качество производимых изделий, увеличивает производительность и расширяет функциональные возможности

устройства. Объясняется это тем, что когда управление устройством осуществляется системой управления 61, а именно контроллером на базе микропроцессора или компьютером общего применения под управлением специального программного обеспечения, это обеспечивает точное соблюдение технологических режимов, контроль параметров производства, коммерческий учет изделий 6 и расходных материалов, и реализацию непрерывного процесса производства, свободного от промежуточных и ручных операций, операций перегрузки, промежуточного хранения изделий и оборота большого количества оснастки.

Практическое осуществление, работа и промышленная применимость способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки, и устройство для его осуществления показаны на схематических изображениях, чертежах (фиг. 1-8).

На фиг. 1 (А, В, С) схематически изображены варианты конструкций фотополимерных DLP и SLA 3D принтеров в соответствии с существующим уровнем техники (аналоги, прототип).

На фиг. 2 схематически изображен вариант устройства в виде конструкции фотополимерного DLP и SLA 3D-принтера с нижним расположением проекционной системы, в котором механизм перемещения 8 изделия 6 выполнен в виде конвейера с замкнутой непрерывной лентой 9.

На фиг. 3 схематически изображен вариант устройства в виде конструкции фотополимерного DLP и SLA 3D-принтера с верхним расположением проекционной системы, в котором механизм перемещения 8 изделия 6 выполнен в виде конвейера с замкнутой непрерывной лентой 9.

На фиг. 4 схематически изображен вариант устройства в виде конструкции фотополимерного DLP и SLA 3D-принтера, в котором механизм перемещения изделия 6 выполнен в виде механизма 18 с подачей непрерывной расходуемой ленты – носителя 19.

На фиг. 5 схематически изображен процесс начала и продолжения формирования изделия 6.

На фиг. 6 схематически изображен вариант устройства в виде конструкции фотополимерного DLP и SLA 3D-принтера, в котором механизм 18 перемещения изделия 6 выполнен в виде конвейера с замкнутой непрерывной лентой 9 и дополнительно транспортирует подвижную основу 19 для построения изделий 6.

На фиг. 7 схематически изображен вариант устройства в виде конструкции фотополимерного DLP и SLA 3D-принтера, в котором механизм перемещения изделия 6 выполнен в виде конвейера с замкнутой непрерывной лентой 9, и дополнительно содержит механизм 21 для размещения встраиваемых в изделие 6 компонентов 22.

На фиг. 8 схематически изображен вариант конструкции устройства с узлами удаления неотвержденного фотополимера, мойки, сушки и финишной полимеризации.

Спецификация, перечень элементов, узлов, деталей конструкции изобретения.

- 10 1 - станина;
- 2 - емкость построения для размещения жидкого фотополимера 6;
- 3 - жидкий фотополимер;
- 4 - прозрачное окно в емкости построения 2;
- 5 - источник актиничного излучения с пространственной модуляцией;
- 15 6 - формируемое/сформированное изделие;
- 7 - плоскость построения (поверхность фотополимера 3, ограниченная прозрачным окном 4);
- 8 - механизм перемещения непрерывной ленты 9;
- 9 - непрерывная лента, которая является носителем для формируемого изделия 6;
- 20 10 - электрический двигатель механизма перемещения 8 непрерывной ленты 9;
- 11 - редуктор механизма перемещения 8 непрерывной ленты 9;
- 12 - энкодер двигателя 10 механизма перемещения 8 непрерывной ленты;
- 13 - острый угол между поверхностью 7 прозрачного окна 4 в емкости построения 2 для размещения фотополимера и поверхностью непрерывной ленты 9;
- 25 14 - опорная плита (магнитная или электромагнитная) для непрерывной ленты 9;
- 15 - узел крепления механизма перемещения 8 непрерывной ленты 9;
- 16 - угловой или линейный энкодер узла 15 крепления механизма перемещения 8 непрерывной ленты 9;
- 17 - электрический привод механизма поворота; +
- 30 18 - механизм для подачи расходуемой ленты – носителя 19;
- 19 - расходуемая лента – носитель;
- 20 - электрический привод механизма 18 для подачи расходуемой ленты – носителя 19;
- 21 - механизм для помещения на непрерывную ленту 9 встраиваемых в изделия 6
- 35 элементов/ компонентов 22;

- 22 - встраиваемые в изделия 6 элементы/компоненты;
- 23 - DLP-проектор;
- 24 - немодулированный источник актиничного излучения (источник актиничного излучения, не имеющий функции пространственной модуляции);
- 5 25 - лазерное сканирующее устройство;
- 26 - насос для перекачивания фотополимера;
- 27 - трубопроводы;
- 28 - емкость – тара;
- 29 - сетчатый фильтр для жидкого фотополимера 3;
- 10 30 - датчик уровня жидкого фотополимера 3;
- 31 - датчик температуры жидкого фотополимера 3;
- 32 - устройство нагрева и/или охлаждения жидкого фотополимера 3;
- 33 - узел очистки (узел удаления неотвержденного фотополимера выполненный в виде группы форсунок/сопел 34);
- 15 34 - группа форсунок (сопел) узла очистки 33;
- 35 - источник сжатого газа;
- 36 - регулятор давления сжатого газа;
- 37 - лоток;
- 38 - сетчатый конвейер;
- 20 39 - привод сетчатого конвейера 38;
- 40 - электрический двигатель привода сетчатого конвейера 38;
- 41 - редуктор привода сетчатого конвейера 38;
- 42 - энкодер привода сетчатого конвейера 38;
- 43 - узел мойки изделий 6 моющим раствором (жидкостью) 44;
- 25 44 - моющая жидкость (раствор);
- 45 - емкость мойки изделий 6;
- 46 - насосы для перекачивания моющей жидкости (раствора) 44;
- 47 - датчик прозрачности и/или загрязненности моющей жидкости 44;
- 48 - датчик уровня моющей жидкости 44;
- 30 49 - датчик температуры моющей жидкости 44;
- 50 - форсунки для струйной мойки изделий 6;
- 51 - насос системы очистки моющей жидкости 44;
- 52 - отстойник системы очистки моющей жидкости 44;
- 53 - механический фильтр системы очистки моющей жидкости 44;
- 35 54 - сборник моющей жидкости 44;

- 55 - сборник осадка системы очистки моющей жидкости 44;
56 - датчик плотности моющей жидкости 44;
57 - форсунки обдува узла сушки изделий 6;
58 - вентилятор с электрическим нагревом воздуха для обдува изделий 6 теплым
5 воздухом;
59 - источники актиничного излучения узла постобработки (узел финишной полимеризации);
60 - источники тепла, например, инфракрасные излучатели;
61 - система управления на базе микропроцессора и/или компьютера общего
10 применения;
62 - расстояние (глубина) эффективного проникновения актиничного излучения, вызывающего отверждение жидкого фотополимера 3;
63 - слой неотвержденного жидкого фотополимера 3;
А, В, С на фиг. 5 - слои фотополимера 3;
15 I, II, III на фиг. 5 - шаги экспозиции;
А, В, С на фиг. 1 - схематические примеры устройств известного уровня техники (А, В - аналоги, С - прототип, US20080169586A1).
- Лучшие примеры осуществления изобретения.
Статическое описание конструкции устройства.
- 20 Устройство, предназначенное для реализации заявляемого способа, содержит:
станину 1, на которой установлены агрегаты и узлы устройства, емкость 2
построения для размещения жидкого фотополимера 3 с окном 4 прозрачным для
актиничного излучения, источник актиничного излучения 5 с пространственной
модуляцией, предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия 6 на
25 поверхность-плоскости построения 7 жидкого фотополимера 3 ограниченную
прозрачным окном 4 емкости построения 2 (фиг. 7, 2), механизм 8 перемещения
непрерывной ленты 9, которая является носителем для формируемого изделия 6
(фиг. 2, 3, 7). Указанный механизм перемещения 8 в качестве привода содержит
электрический двигатель 10 с редуктором 11, и энкодером 12 (фиг. 3, 7).
- 30 Поверхность указанной непрерывной ленты 9 всегда расположена под острым углом
13 к поверхности прозрачного окна 4 в емкости построения 2 для размещения
жидкого фотополимера 3. При этом, указанная непрерывная лента 9 является
подвижной опорной поверхностью для размещения формируемого изделия 6 (Фиг.
2, 3, 4, 5, 6, 7).

В отдельных случаях реализации изобретения непрерывная лента 9 представляет собой замкнутую ленту конвейера, выполненную из металла, например, из железоникелевого сплава (Фиг. 2, 3).

В отдельных случаях реализации изобретения непрерывная лента 9 конвейера
5 выполнена из металла и имеет перфорацию (на фигурах не показана).

Механизм перемещения 8 непрерывной ленты 9 может содержать опорную
плиту 14 (которая выполнена, например, в виде электромагнитной плиты) для
непрерывной ленты 9. (Рис. 2, 3). В отдельных случаях опорная плита 14 может
содержать постоянные магниты (на фигурах не показаны), в таких случаях
10 непрерывная лента 9 может быть выполнена из материала с ферромагнитными
свойствами.

В других случаях реализации изобретения опорная плита 14 содержит каналы,
соединенные трубопроводами 27 (фиг. 2, 3, 4, 6, 7) с насосом фотополимера (на
фигурах не показан).

В отдельных случаях реализации конструкции изобретения острый угол 13
15 между поверхностью прозрачного для актиничного излучения окна 4 в емкости
построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 и поверхностью
непрерывной ленты 9 может составлять от менее 90° до 45° или от 45° до 25° , или от
 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$, но не ограничиваясь этим. Соответственно, при
20 реализации способа острый угол 13 между вектором перемещения непрерывной
ленты 9 и плоскостью построения 7 также может составлять от менее 90° до 45° или
от 45° до 25° , или от 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$, но не ограничиваясь этим.

В отдельных случаях реализации изобретения конструкция содержит узел 15
25 крепления механизма 8 перемещения непрерывной ленты 9, который выполнен с
возможностью регулировки угла 13 между поверхностью плоскости построения 7
окна 4 в емкости построения 2 для размещения фотополимера 3 и поверхностью
непрерывной ленты 9. Для контроля указанного угла 13 узел 15 содержит угловой
или линейный энкодер 16 и (не обязательно) электрический привод 17 механизма
поворота с функцией фиксации положения (Фиг. 2, 3).

В отдельных случаях реализации устройства и способа производства
30 непрерывная лента выполнена в виде непрерывно подаваемой расходуемой ленты-
носителя 19, которая в данном случае является подвижной основой для построения
изделий 6. При этом, устройство содержит механизм 18 для непрерывной подачи
расходуемой ленты – носителя 19, и механизм 18 снабжен электрическим приводом
35 20 (фиг.6).

В отдельных случаях реализации устройства непрерывная лента 9 может быть выполнена с возможностью транспортировки дополнительной основы для построения изделий 6 или встраиваемых в изделия 6 компонентов 22.

Также в других случаях устройство содержит механизм 21 для помещения на непрерывную ленту 9 встраиваемых в изделия 6 компонентов 22 (Фиг. 7).

В отдельных случаях реализации устройства и способа прозрачное окно 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 расположено снизу емкости построения 2 (Фиг. 2,4,5,6,7,8).

В других случаях реализации устройства и способа прозрачное окно 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 расположено сверху емкости построения 2 (Фиг. 3).

В отдельных случаях реализации устройства прозрачное окно 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 выполнено проницаемым для кислорода, например из аморфного фторполимера, как описано в патенте США № US9205601B2 или из фторэластомера как описано в патенте США № US5122441A. Также в качестве материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 может быть использован материал с низкой энергией поверхности.

Кроме того, в отдельных случаях реализации устройства в состав материала прозрачного окна 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 может быть включен реагент - ингибитор радикальной полимеризации. В отдельных вариантах исполнения конструкции прозрачное окно 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3 содержит массив микрофокусирующих элементов - преобразователь волнового фронта актиничного излучения, (на фигурах не показаны), такое устройство описано в патенте Украины № UA123063.

В качестве источника 5 актиничного излучения в устройстве используют DLP - проектор 23 (фиг.2,3,8).

В отдельных случаях исполнения устройство дополнительно содержит источник 24 актиничного излучения, не имеющий функции пространственной модуляции (немодулированный источник актиничного излучения), и имеющий длину волны отличную от длины волны источника 5 с пространственной модуляцией (фиг.2,3,8). Подобные устройства описаны в патенте США № US10935891B2, а также в патенте США № US5236326A.

В отдельных случаях исполнения устройство содержит источник 5 актиничного излучения с пространственной модуляцией может быть выполнен в виде лазерного сканирующего устройства 25 (фиг. 2,3,8), которое содержит, по

меньшей мере, один лазерный источник. При этом, в состав указанного устройства 25 могут входить два и более различных источника лазерного излучения с различной длиной волны, объединенных (необязательно) в общий пучок, посредством, например, призм (на фигурах не показаны). Конструкции и способы такого объединения хорошо известны специалистам данной области техники.

В других случаях реализации устройства в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией используется сочетание, по меньшей мере, одного DLP-проектора 23 и, по меньшей мере, одного лазерного сканирующего устройства 25 (Рис. 2, 8).

10 В отдельных случаях в качестве источника 5 актиничного излучения может использоваться DLP-проектор 23, содержащий два или более источника излучения с различной длиной волны способный экспонировать многоцветные изображения сечений.

В других случаях реализации устройства в качестве источника актиничного излучения 5 с пространственной модуляцией используется LCD-панель с подсветкой коллимированным актиничным излучением (на фигурах не показана).

Устройство также может содержать: насос 26 (фиг. 8) для перекачивания жидкого фотополимера 3, подсоединенный трубопроводами 27 (фиг. 2) к емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3, и к емкости - таре 28 (фиг. 8); сетчатый фильтр 29 (фиг. 8) для фотополимера 3, соединенный трубопроводами с емкостью построения 2 для размещения фотополимера 3 и емкостью – тарой 28; ультразвуковой (необязательно) датчик 30 (фиг. 8) уровня жидкого фотополимера 3, датчик 31 (фиг. 8) температуры жидкого фотополимера 3, устройство 32 нагрева и/или охлаждения фотополимера 3 (фиг. 8) в емкости построения 2 выполненное, например, в виде резистивного нагревателя или элемента Пельтье.

В отдельных случаях реализации изобретения устройство содержит узел очистки 33 изделий 6 от остатков неотвержденного фотополимера 3. Узел 33 может быть выполнен в виде набора форсунок 34 (сопел), подсоединенных к источнику 35 сжатого газа через регулятор давления 36 и закрытый лотком 37 (Фиг. 8) и щитками (на фигурах не показаны), или в виде проходной моечной камеры 43 и/или ванны 45 (Фиг. 8).

В отдельных случаях реализации изобретения устройство содержит средство транспортировки изделий 6 на стадии постобработки, которое выполнено в виде конвейера 38.

Предложенное устройство также может содержать сетчатый конвейер 38 с приводом 39 от электрического двигателя 40 с редуктором 41 и энкодером 42 (фиг. 8), которые предназначены для транспортировки сформированных изделий 6 на последующие стадии обработки.

5 Предложенное устройство также может содержать узел 43 мойки изделий 6 моющим раствором 44, емкость 45 мойки изделий 6 с моющей жидкостью 44, оснащенную (не обязательно) мешалкой (на фигурах не показана), насосы 46 для перекачивания моющей жидкости 44, датчики 47 прозрачности моющей жидкости 44, датчик 48 уровня и датчик 49 температуры моющей жидкости 44 (Фиг. 8).

10 В отдельных исполнениях узел мойки 43 содержит набор форсунок 50 (Фиг. 8) для струйной мойки изделия 6.

В отдельных исполнениях емкость 45 узла 43 мойки, в которую погружаются изделия 6 снабжена ультразвуковым преобразователем (на фигурах не показан).

В отдельных исполнениях емкость 45 узла мойки 43, в которую погружаются
15 изделия 6, оснащена распределителем сжатого воздуха (на фигурах не показан).

Устройство может содержать систему очистки моющей жидкости 44, которая содержит: насос 51, отстойник 52, механический фильтр 53, дозатор флокулянта и/или дозатор коагулянта (на фигурах не показаны), сборник 54 жидкости 44 и сборник осадка 55, датчик прозрачности 47, датчик плотности 56 моющей жидкости
20 44 (Фиг. 8).

В отдельных исполнениях система очистки моющей жидкости 44 также может содержать гидроциклоны, центрифуги, мешалки, электроуправляемые краны, клапаны и пневмораспределители, источники актиничного излучения и другие
25 подобные устройства, хорошо известные специалистам в данной области техники (на фигурах не показаны).

В отдельных исполнениях узел мойки 43 содержит различные комбинации указанных устройств (на фигурах не показаны).

Устройство может содержать узел сушки изделий 6 после мойки. Узел сушки содержит группу форсунок 57, подсоединенных к источнику сжатого воздуха, и/или
30 вентилятор 58 с электрическим нагревом воздуха для обдува изделий 6 теплым воздухом (Фиг. 8).

Устройство может содержать узел финишной полимеризации, который выполнен в виде проходной камеры с источниками актиничного излучения 59 и/или источниками тепла 60. Источниками 59 актиничного излучения, могут быть,
35 например - светодиоды и/или газоразрядные лампы, а источником 60 тепла могут

быть, например - инфракрасные излучатели. Узел финишной полимеризации также может содержать комбинации указанных устройств.

В отдельных исполнениях устройство содержит узел нанесения финишных покрытий, например - лаковых покрытий (на фигурах не показаны).

5 Узлы сушки и полимеризации могут быть объединены в общую конструкцию.

Устройство может быть снабжено средствами локальной вентиляции, хорошо известными специалистам в данной области.

Устройство содержит систему управления 61 в виде контроллера на базе микропроцессора и/или компьютера общего применения под управлением
10 специализированного программного обеспечения (Фиг. 8).

Система управления 61, как минимум, соединена с датчиками уровня 30 фотополимера 3, температуры 31 фотополимера 3, датчиками уровня 48 моющей жидкости 44, датчиками температуры 49 моющей жидкости 44, датчиками прозрачности 47 и датчиками плотности 56 моющей жидкости 44, энкодерами 12, 16,
15 42 положений механизмов, устройствами 32 нагрева и/или охлаждения фотополимера 3, электродвигателем 10 привода перемещения непрерывной ленты, электродвигателем привода конвейера для перемещения изделий 6 на стадии постобработки, электродвигателем насоса 26 для перекачивания фотополимера 3, электродвигателями насоса 46 для перекачивания моющей жидкости 44, другими
20 датчиками, исполнительными устройствами и средствами индикации и отображения, обычно применяемыми в подобных системах и хорошо известными специалистам в данной области техники.

Описание примеров работы устройства и способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде
25 непрерывной ленты и полным циклом постобработки.

Заявляемый способ реализуют с помощью заявляемого устройства следующим образом.

Емкость построения 2 для размещения фотополимера 3 заполняют жидким фотополимером 3. Посредством источника актиничного излучения 5 с
30 пространственной модуляцией экспонируют жидкий фторполимер 3 на участке, где расстояние 62 от внутренней поверхности прозрачного окна 4 емкости построения 2, до непрерывной перемещаемой (перематываемой) ленты 9 меньше глубины эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фторполимер 3 (фиг. 5). При этом, в соответствии с изобретением, формируемое из жидкого
35 фотополимера 3 изделие 6 является закрепленным на непрерывно перематываемой

ленте 9, которую в процессе построения перемещают так, что формируемое из жидкого фотополимера 3 изделие 6 расположено исключительно под острым углом 13 к плоскости построения 7. Процесс построения формируемого изделия 6 начинают экспозицией ограниченного участка сечения формируемого изделия 6 в зоне, где расстояние 62 от плоскости построения 7 до поверхности ленты 9 соответствует глубине эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фотополимер 3. Производят экспозицию указанного участка сечения формируемого изделия 6 на поверхность плоскость построения 7 фотополимера 3, формируют слой "А" отвержденного фотополимера 3 на поверхности указанной непрерывной ленты 9, затем приводят в движение непрерывную ленту 9 (выполненную, например, в виде замкнутой непрерывной ленты конвейера) до образования зазора между сформированной частью изделия 6 и поверхностью прозрачного окна 4, и вновь производят экспозицию, формируя слой "В" (фиг. 5). Описанные действия повторяют для формирования слоя "С", и затем описанные действия повторяют циклически, при этом величину указанного зазора выбирают эквивалентной эффективной глубине проникновения актиничного излучения в фотополимер 3, а площадь зоны экспозиции увеличивают по мере продвижения изделия 6 (Фиг. 5) с соблюдением расстояния 62 также и для формируемой поверхности изделия 6. Предпочтительно, при реализации процесса, обеспечить наличие слоя 63 неотвержденного фотополимера 3 на поверхности прозрачного окна 4 (фиг. 5). Толщина каждого формируемого слоя (А, В, С) может быть от более 10 мкм до 50 мкм или от 50 мкм до 100 мкм или от 1000 мкм до 200 мкм, но не ограничиваясь этим.

Таким образом, при реализации способа поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера (отверждаемого актиничным излучением) с носителем в виде непрерывной ленты и с помощью заявленного устройства, как минимум, осуществляют:

- экспозицию сечения формируемого изделия 6 актиничным излучением, направленного на поверхность жидкого фотополимера 3, ограниченную прозрачным для такого излучения окном 4 емкости построения 2, которое образует плоскость построения 7;
- отверждение жидкого фотополимера 3 в пределах экспонируемого сечения формируемого изделия 6;
- перемещение формируемого изделия 6, закрепленного на подвижной опорной поверхности в виде непрерывно перематываемой ленты 9, по направлению

от прозрачного окна 4, при этом, формируемое изделие 6, закрепленное на подвижной опорной поверхности, в процессе построения перемещают исключительно под острым углом 13 к плоскости построения 7;

5 - начало процесса построения формируемого изделия 6 осуществляют экспозицией ограниченного участка сечения формируемого изделия 6 в зоне, где расстояние 62 от плоскости построения 7 до поверхности ленты 9 соответствует глубине эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фотополимер 3;

10 - смену проекции сечения при увеличении зоны экспозиции по мере перемещения изделия 6 с соблюдением расстояния 62 также и для формируемой поверхности изделия (6);

- циклическое повторение указанных действий.

15 В различных случаях реализации способа производства острый угол 13 между вектором перемещения непрерывной ленты 9 и плоскостью построения 7 преимущественно составляет от менее 90° до 45° или от 45° до 25°, или от 25° до 2,5°, или от 2,5° до 0,1°, но не ограничиваясь этим.

20 В различных случаях реализации способа производства непрерывная лента 9 может быть выполнена в виде замкнутой ленты (например – в виде непрерывной замкнутой конвейерной ленты), и, соответственно, в таких случаях непрерывная лента 9 работает как конвейер, постоянно, без остановок, перемещая формируемы изделия 6.

В другом примере реализации способа формируемое изделие 6 перемещают непрерывно при непрерывной экспозиции последовательности сечений формируемого изделия 6.

25 Также, при осуществлении способа производства, может быть реализован процесс построения изделия 6 с возвратно-поступательным перемещением и перерывами между экспозициями сечений формируемого изделия 6.

В некоторых случаях реализации способа одновременно экспонируют, по меньшей мере, сечения двух изделий 6.

30 При этом, одним из приведенных ниже способов преодоления прилипания обеспечивают наличие слоя 63 (фиг. 5) неотвержденного фотополимера 3 на поверхности плоскости построения 7 прозрачного окна 4 емкости построения 2 для размещения жидкого фотополимера 3. Наличие слоя 63 неотвержденного фотополимера 3 может быть обеспечено тем, что прозрачное окно 4 емкости построения 2 для размещения фотополимера выполнено проницаемым для

35

кислорода, и ближайший к окну фотополимер ингибируется кислородом, как это описано в патенте США № US9205601B2 или как это описано в патенте США № US5122441A. Таким образом используют кислородное ингибирование граничного слоя фотополимера 3.

5 В другом примере реализации способа наличие слоя 63 неотвержденного фотополимера 3 поверхности плоскости построения 7 прозрачного окна 4 емкости построения 2 обеспечивают тем, что фотополимер 3 содержит фотоингибитор (т.е. используют фотонное ингибирование граничного слоя фотополимера 3, который активизируется вторым источником 24 актиничного излучения (немодулированный источник актиничного излучения), при этом интенсивность актиничного излучения активизирующего фотоингибитор выбирают такой, что толщина (расстояние) слоя 63 проникновения указанного излучения в фотополимер 3 меньше, чем расстояние 62 проникновения актиничного излучения вызывающего отверждение фотополимера. Преодоление прилипания методом фотоингибирования описано в патенте США № 10 US10935891B2, а также в патентах США № US5236326A, № US11174326B2. Длина волны отверждающего фотополимер излучения может быть (не обязательно), например, 455 или 470 нм, длина волны излучения активизирующего фотоингибитор может быть 365 или 385 нм, но не ограничиваясь этим. В качестве фотоингибитора могут быть использованы различные соединения, например, использование 15 нитроароматических соединений в качестве фотоингибиторов радикальной полимеризации описано в патенте США № US4269933A, использование соединений гексаарилбимидазола в качестве ингибиторов радикальной полимеризации описано в патенте США № US11174326B2, использование тирамтетраэтилтиурамдисульфида (TEDS) в качестве фотоингибитора описано в патенте США US10166725B2.

25 Также для уменьшения силы прилипания формируемого изделия 6 к прозрачному окну 4 может быть использовано ингибирование граничного слоя фотополимера 3: химическое ингибирование граничного слоя фотополимера 3 или преобразование волнового фронта актиничного излучения, или многоволновая фотополимеризация.

30 В другом случае реализации способа, для того чтобы часть жидкого фотополимера 3 вблизи поверхности прозрачного окна 4 оставалась неэкспонируемой, и сохраняла подвижность в ближайшем тонком слое на поверхности прозрачного окна 4, посредством микрофокусирующих элементов (на фигурах не показаны) встроенных в конструкцию окна 4 перераспределяют 35 мощность актиничного излучения, как это описано в патенте Украины № UA123063.

Для контроля и поддержания уровня жидкого фотополимера 3 используют датчик уровня 30 фотополимера 3. В соответствии с данными указанного датчика 30 (фиг. 2, 3, 8), включают и выключают насос 26 для перекачивания жидкого фотополимера 3, подсоединенный трубопроводами 27 к емкости построения 2 и к емкости - таре 28. (фиг. 8).

Сетчатый фильтр 29 для жидкого фотополимера 3 улавливает осколки и сгустки отвержденного фотополимера 3, которые могут помешать нормальной работе устройства и реализации способа.

Для поддержания заданного температурного режима жидкого фотополимера 3 в емкости построения 2 используют устройство 32 нагрева и/или охлаждения, например, резистивный нагревательный элемент или элемент Пельтье.

Данные от датчика температуры 31 жидкого фотополимера 3, установленного в емкости построения 2, обрабатываются системой управления 61, которая выдает команды на включение и выключение нагрева или охлаждения жидкого фотополимера 3.

В отдельных случаях реализации способа производства и устройства, когда в качестве носителя для формируемого изделия 6 используют непрерывную расходуемую ленту - носитель 19, транспортировку указанной ленты – носителя 19 осуществляют посредством механизма 18, и формирование изделий 6 осуществляют на поверхности непрерывной расходуемой ленты - носителя 19.

Лента - носитель 19 может представлять собой, например, но не ограничиваясь, ленту из полиэтилентерефталата или другого подходящего по качеству и свойствам материала, например, композитного пластика.

Предпочтительно лента-носитель 19 должна быть умеренно жесткой и гибкой.

В отдельных случаях реализации способа производства и устройства, посредством механизма 21 для помещения на непрерывную ленту 9 встраиваемых в изделия 6 компонентов 22 размещают на указанной ленте 9 компоненты 22 (фиг. 7), например, маркировочные ярлыки, сенсоры или микрочипы. Закрепление указанных компонентов 22 выполняют посредством локальной экспозиции фотополимера 3, окружающего указанные компоненты 22 актиничным излучением, и выполняют построение изделий 6 таким образом, что указанные компоненты 22 оказываются встроенными в изделия 6.

Кроме того, непрерывная лента 9 в некоторых отдельных случаях дополнительно транспортирует расходуемую основу для построения изделий, которая может представлять собой пленку, сетку, ткань, группу параллельных

волокон, сплошную или перфорированную металлическую фольгу или композицию перечисленного, может обеспечить формирование изделий 6 с особыми свойствами, облегчить отделение изделий 6 из эластичных полимеров и/или полимеров, имеющих свойство высокой адгезии. Заранее подготовленные расходоуемые основы для построения могут содержать маркировку, образовывать отделяемые или неотделяемые слои на изделиях 6. или содержать встраиваемые компоненты 22 изделий 6.

В процессе построения формируемого изделия 6 перемещают (перематывают) непрерывную ленту 9 вместе с закрепленными на подвижной опорной поверхности ленты 9 формируемыми изделиями 6. При этом, далее сформированные изделия 6, удерживаемые на указанной ленте 9 силами адгезии, перемещают из емкости построения 2 в зону удаления неотвержденного фотополимера 3.

После перемещения изделия 6 из емкости построения 2 в зону удаления неотвержденного фотополимера 3, такой неотвержденный фотополимер 3 удаляют, обдувая изделия 6, расположенные на непрерывной ленте 9, сжатым газом через группу форсунок/ сопел 34, подсоединенных к источнику 35 сжатого газа. Брызги фотополимера 3 стекают с защитных щитков и лотка 37 в емкость построения 2 (фиг. 8)

При повороте непрерывной ленты 9 вокруг приводного валика механизма перемещения 8, изделия 6, имеющие меньшую, чем лента 9 гибкость, отделятся от непрерывной ленты 9 (конвейера) и перегружаются на сетчатый конвейер 38 узла постобработки или в приемный контейнер (на фигурах не показан).

В зонах последующей обработки (в узле мойки 43) мойку изделий 6 осуществляют моющей жидкостью 44, подаваемой струями через группу форсунок 50 (рис. 8).

В отдельных вариантах осуществляют мойку изделий 6 в емкости 45 с моющей жидкостью 44.

В отдельных вариантах реализации способа в емкость 45 с моющей жидкостью 44 подают сжатый газ, например, воздух, пузырьки указанного газа способствуют лучшей мойке изделий 6 и лучшему перемешиванию моющей жидкости 44.

В отдельных случаях исполнениях устройства и реализации способа, емкость 45 узла мойки 43, в которую погружаются изделия 6, снабжена ультразвуковым преобразователем (на фигурах не показан), и мойку изделий 6 осуществляют

посредством ультразвуковых колебаний, распространяющихся в указанной моющей жидкости 44.

В отдельных исполнениях устройства и реализации способа узел мойки 43 может содержать различные комбинации указанных устройств, и может выполнять различные операции по очистке изделий 6.

Очистку сформированного изделия 6 от остатков жидкого фотополимера 3 могут осуществлять, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

В отдельных случаях реализации изобретения узел постобработки может быть выполнен в виде отдельного устройства с автономной системой управления и контроля. В данном случае «узел постобработки» является обобщающим термином, и такой узел постобработки может содержать один или несколько узлов, например: узел очистки 33 и/или узел мойки 43, и/или узел финишной полимеризации, и/или узел окрашивающих или функциональных покрытий окрашивающих или функциональных покрытий.

В качестве моющей жидкости 44 используют водную жидкость, содержащую спирты, например, изопропиловый спирт, этиловый спирт, эфиры пропиленгликоля и другие подходящие растворители и смывки. Моющая жидкость 44 может содержать ПАВ, пеногасители и другие целевые добавки.

Моющую жидкость 44 перекачивают насосом 46 и очищают от примесей фотополимера 3, загрязнение фотополимером 3 включает твердые включения, жидкие несмешивающиеся компоненты и растворенные компоненты, соотношение указанных компонентов зависит от типа растворителя моющей жидкости 44 и состава фотополимера 3.

Для очистки моющего раствора 44 используют процессы флокуляции и коагуляции. Для коагуляции используют соли металлов: хлорид железа, сульфат железа, хлорид алюминия, сульфат алюминия и другие. Для флокуляции применяют анионные, катионные, амфотерные флокулянты на основе полиакриламида, акрилата и других реагентов известных специалистам данного уровня техники.

Очищают моющую жидкость 44 выполняя операции: перекачивания моющей жидкости 44 насосом 46, внесение в моющую жидкость флокулянта и/или коагулянта дозаторами флокулянта/коагулянта (на фигурах не показаны), отстаивание моющей жидкости в отстойнике 52, и/или механическую фильтрацию механическим фильтром 53, помещение моющей жидкости в сборник 54 и помещение осадка в сборник 55 осадка (фиг.8). Контролируют параметры процесса

очистки моющей жидкости 44 ультразвуковым или контактным датчиком уровня 48 моющей жидкости 44, датчиком уровня прозрачности и/или загрязненности 47 моющей жидкости 44, датчиком плотности 56 и датчиком температуры 49 моющей жидкости 44 (рис. 8).

5 В отдельных случаях реализации способа для перевода части растворенных мономеров в состояние твердого осадка перед введением флокулянта и/или коагулянта проводят полимеризацию растворенных в моющей жидкости 44 мономеров, поскольку в моющей жидкости 44 присутствует растворенный фоторинциатор, такая реакция может быть эффективно проведена при облучении
10 моющей жидкости 44 актиничным излучением от источников актиничного излучения (на фигурах не показаны). Далее вводят флокулянт и/или коагулянт и выполняют фильтрацию.

Выполняют сушку очищенных изделий 6, обдувая изделия 6 сжатым воздухом, через группу форсунок 57 подсоединенных к источнику сжатого воздуха
15 (рис. 8)

В других случаях реализации способа обдув изделий 6 может осуществляться посредством вентилятора 58 с электрическим нагревом воздуха, и обдув изделий 6 осуществляют теплым воздухом.

Для финишной полимеризации изделия 6 облучают посредством источников
20 59 актиничного излучения, например, массивами светодиодов и/или газоразрядных ламп (рис. 8). В других случаях используют источники тепла 60, например, инфракрасные излучатели или используют комбинацию указанных устройств (фиг. 8).

Финишную полимеризацию облучением сформированного изделия 6
25 актиничным излучением и/или нагреванием осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

В отдельных случаях реализации способа на изделия 6 наносят финишные покрытия, например, лаковые. Лак или другие средства покрытия могут наносить, например, методом окунания (на фигурах не показано).

30 Нанесение на сформированные изделия 6 окрашивающих или функциональных покрытий осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

Пары моющей жидкости 44 удаляют средствами локальной вентиляции.

35 Готовые изделия 6, перемещают за пределы устройства для последующей сортировки.

В отдельных случаях реализации способа производства непрерывную расходуюмую ленту-носитель 19 (которая является носителем, размещенных на ней изделий 6) с готовыми изделиями 6 могут сматывать в рулон или резать на фрагменты.

5 Система управления 61 устройства на базе микропроцессора и/или компьютера общего применения под управлением специализированного программного обеспечения осуществляет передачу данных о трехмерных моделях в программное обеспечение принтера, слайсинг указанных трехмерных моделей и формирование проектов трехмерной печати без прерывания процесса производства.

10 Кроме того, элементы, обеспечивающие механическое сопряжение изделия 6 с подвижной опорной поверхностью и между собой (элементы поддержек), также являются объектами параметрического проектирования, и их автоматически моделируют средствами программного обеспечения принтера.

Слайсинг трехмерных моделей выполняют под углом менее 90° к вектору перемещения изделия 6.

15 Система управления 61 также обеспечивает поддержание технологических режимов путем сбора данных от датчиков температуры, уровней, скорости, угловых положений, и других устройств, деталей, и дальнейшей передачи команд исполнительным устройствам: электрическим приводам конвейера, насосов, 20 источникам актиничного излучения и прочим элементам, и системам, в зависимости от конкретной реализации устройства.

Предлагаемые способ поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки, и устройство для его осуществления объединены единым 25 творческим замыслом, и прошли широкие испытания при их экспериментальном производстве, осуществлении и эксплуатации.

Результаты испытаний показали, что конструкция предлагаемого изобретения позволяет создавать устройство для поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в виде непрерывной ленты и полным 30 циклом постобработки, которое позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество произведенных изделий, увеличить производительность всего процесса и расширить функциональные возможности устройства.

Результаты испытаний так же показали, что предложенный способ поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с носителем в 35 виде непрерывной ленты и полным циклом постобработки с использованием

устройства для его осуществления также позволяет увеличить скорость производства, улучшить качество произведенных изделий, увеличить производительность всего процесса и расширить функциональные возможности устройства.

- 5 Дополнительные, развивающие признаки способа и устройства позволяют усилить и разнообразить достижения технических результатов в различных отдельных случаях реализации и осуществления изобретения.

10 Описанные примеры конкретного осуществления предложенного изобретения и его использования являются лучшими примерами промышленного осуществления.

15 Предлагаемые способ поточного производства изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера с полным циклом постобработки и устройство для его осуществления соответствуют всем требованиям эксплуатации, применения и общепринятым правилам безопасности эксплуатации подобных устройств и технологических процессов.

20

25

30

35

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

- 5 1. Способ непрерывного поточного изготовления изделий трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого актиничным излучением, предусматривающий экспозицию сечения формируемого изделия (6) актиничным излучением, направленного на поверхность жидкого фотополимера (3), ограниченную прозрачным для такого излучения окном (4) емкости построения (2),
10 которое образует плоскость построения (7), отверждение жидкого фотополимера (3) в пределах экспонируемого сечения формируемого изделия (6), перемещение формируемого изделия (6), закрепленного на подвижной опорной поверхности, по направлению от прозрачного окна (4), смену проекции сечения и циклическое повторение указанных действий, **отличающийся тем, что** формируемое из жидкого
15 фотополимера (3) изделие (6), закрепленное на подвижной опорной поверхности, в процессе построения перемещают под острым углом (13) к плоскости построения (7), а подвижная опорная поверхность представляет собой непрерывно перематываемую ленту (9), при этом процесс построения формируемого изделия (6) начинают экспозицией ограниченного участка сечения формируемого изделия (6) в
20 зоне, где расстояние (62) от плоскости построения (7) до поверхности ленты (9) соответствует глубине эффективного проникновения актиничного излучения в жидкий фотополимер (3), и увеличивают зону экспозиции по мере перемещения изделия (6), с соблюдением расстояния (62) также и для формируемой поверхности изделия (6).
- 25 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что угол (13) между вектором перемещения непрерывной ленты (9) и плоскостью построения (7) составляет от менее 90° до 45° или от 45° до 25°, или от 25° до 2,5°, или от 2,5° до 0,1°.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что непрерывная лента (9) представляет собой замкнутую ленту.
- 30 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что непрерывная лента (9) представляет собой непрерывно подаваемую расходуемую ленту – носитель (19).
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что непрерывная лента (9) дополнительно транспортирует расходуемую основу для построения изделий (6) или встраиваемые компоненты (22) изделий (6).

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в нем реализован процесс однонаправленного построения изделия (6) с непрерывной экспозицией последовательности сечений формируемого изделия (6).
7. Способ по п.1, отличающийся тем, что в нем реализован процесс построения изделия (6) с возвратно-поступательным перемещением и перерывами между экспозициями сечений формируемого изделия (6).
8. Способ по п.1, отличающийся тем, что одновременно экспонируют, по меньшей мере, сечения двух изделий (6).
9. Способ по п.1, отличающийся тем, что для уменьшения силы прилипания формируемого изделия (6) к прозрачному окну (4), используют ингибирование граничного слоя фотополимера (3): кислородное ингибирование граничного слоя фотополимера (3), или фотонное ингибирование граничного слоя фотополимера (3), или химическое ингибирование граничного слоя фотополимера (3), или используют преобразование волнового фронта актиничного излучения или многоволновую фотополимеризацию.
10. Способ по п.1, отличающийся тем, что элементы, обеспечивающие механическое сопряжение изделия (6) с подвижной опорной поверхностью и между собой (элементы поддержек), являются объектами параметрического проектирования и их автоматически моделируют средствами программного обеспечения принтера.
11. Способ по п.1, отличающийся тем, что передача данных о трехмерных моделях в программное обеспечение принтера, слайсинг указанных трехмерных моделей и формирование проектов трехмерной печати осуществляют, не прерывая процесс производства.
12. Способ по п.11, отличающийся тем, что слайсинг трехмерных моделей выполняют под углом менее 90° к вектору перемещения изделия (6).
13. Способ по п. 1, отличающийся тем, что очистку сформированного изделия (6) от остатков жидкого фотополимера (3) осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.
14. Способ по п.1, отличающийся тем, что финишную полимеризацию облучением сформированного изделия (6) актиничным излучением и/или нагреванием осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

15. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение на сформированные изделия (6) окрашивающих или функциональных покрытий осуществляют, не прерывая процесс производства - в едином непрерывном производственном цикле.

16. Устройство для непрерывного поточного изготовления изделий способом
5 трехмерной печатью из жидкого фотополимера, отверждаемого актиничным излучением, содержащее: емкость построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) с окном (4) прозрачным для актиничного излучения, источник актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией, предназначенный для экспозиции сечений формируемого изделия (6) на поверхность жидкого
10 фотополимера (3), механизм перемещения формируемого изделия (6) с электрическим приводом и опорной поверхностью для размещения формируемого изделия (6), отличающееся тем, что механизм перемещения формируемого изделия (6) выполнен в виде механизма для перемещения (8) непрерывной ленты (9), при этом поверхность указанной непрерывной ленты (9) расположена под острым углом
15 (13) к поверхности прозрачного для актиничного излучения окна (4) в емкости построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3), при этом указанная непрерывная лента (9) является поверхностью для размещения формируемого изделия (6).

17. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что угол (13) между что
20 поверхностью прозрачного для актиничного излучения окна (4) в емкости построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) и поверхностью непрерывной ленты (9) составляет от менее 90° до 45° или от 45° до 25° , или от 25° до $2,5^\circ$, или от $2,5^\circ$ до $0,1^\circ$.

18. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что непрерывная лента (9)
25 представляет собой ленту конвейера.

19. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что выполнено с возможностью непрерывной подачи расходуемой непрерывной ленты - носителя 19.

20. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что непрерывная лента (9)
30 выполнена с возможностью транспортировки дополнительной основы для построения изделий (6) или встраиваемых в изделия (6) компонентов (22).

21. Устройство по п. 16, или по п. 18, или п. 19, или п. 20, отличающийся тем, что в качестве элемента, образующего опорную поверхность для непрерывной ленты (9) используется магнитная или электромагнитная опорная плита (14), а непрерывная лента (9) выполнена из материала с ферромагнитными свойствами.

22. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве источника актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией используется, по меньшей мере, один DLP-проектор (23).

5 23. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве источника актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией используется лазерное сканирующее устройство (25), содержащее, по меньшей мере, один лазерный источник.

10 24. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве источника актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией используется сочетание, по меньшей мере, одного DLP-проектора (23) и, по меньшей мере, одного лазерного сканирующего устройства (25).

15 25. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве источника актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией используется, по меньшей мере, одна LCD-панель с подсветкой коллимированным актиничным излучением.

20 26. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что дополнительно к источнику актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией, содержит немодулированный источник актиничного излучения (24), длина волны которого отличается от длины волны источника актиничного излучения (5) с пространственной модуляцией.

27. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве материала прозрачного окна (4) емкости построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) используется материал проницаемый для кислорода и/или материал с низкой энергией поверхности.

25 28. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в состав материала прозрачного окна (4) емкости построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) включен реагент - ингибитор радикальной полимеризации.

30 29. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в состав прозрачного окна (4) емкости построения (2) для размещения жидкого фотополимера (3) включен преобразователь волнового фронта актиничного излучения.

30. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что содержит средство транспортировки изделий (6) на стадии постобработки, выполненное в виде конвейера.

31. Устройство по любому из пунктов 16 - 30, отличающийся тем, что содержит узел очистки (33) изделий (6) от остатков фотополимера 3, выполненный в виде группы форсунок (34) для обдува сжатым газом.

5 32. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что узел очистки (33) изделий (6) от остатков фотополимера 3, выполненный в виде проходной моечной камеры и/или ванны.

33. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что содержит узел финишной полимеризации, выполненный в виде проходной камеры с источниками актиничного излучения (59) и/или источниками тепла (60).

10 34. Устройство по п. 16, отличающийся тем, что в качестве системы управления (61) использован контроллер на базе микропроцессора или компьютер общего применения, находящиеся под управлением специализированного программного обеспечения.

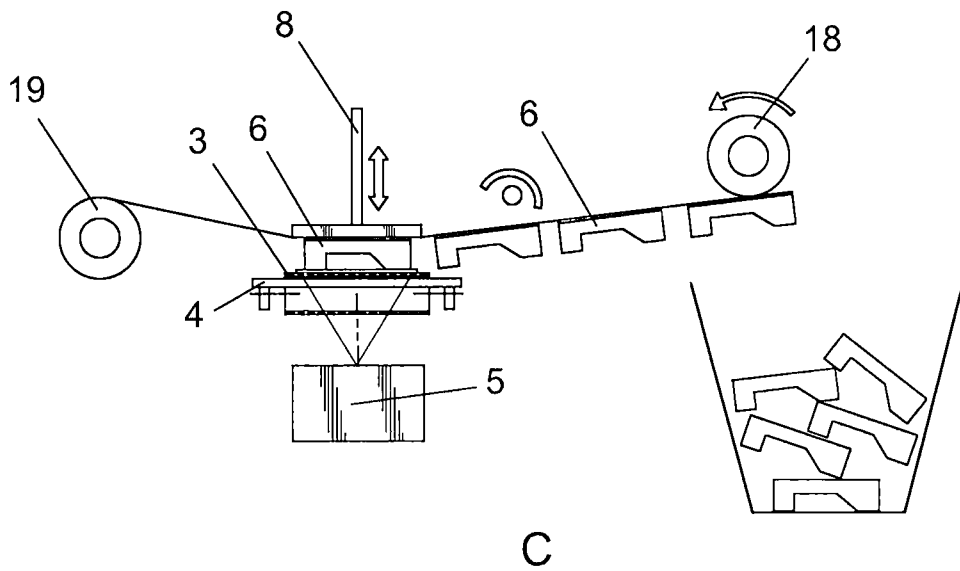
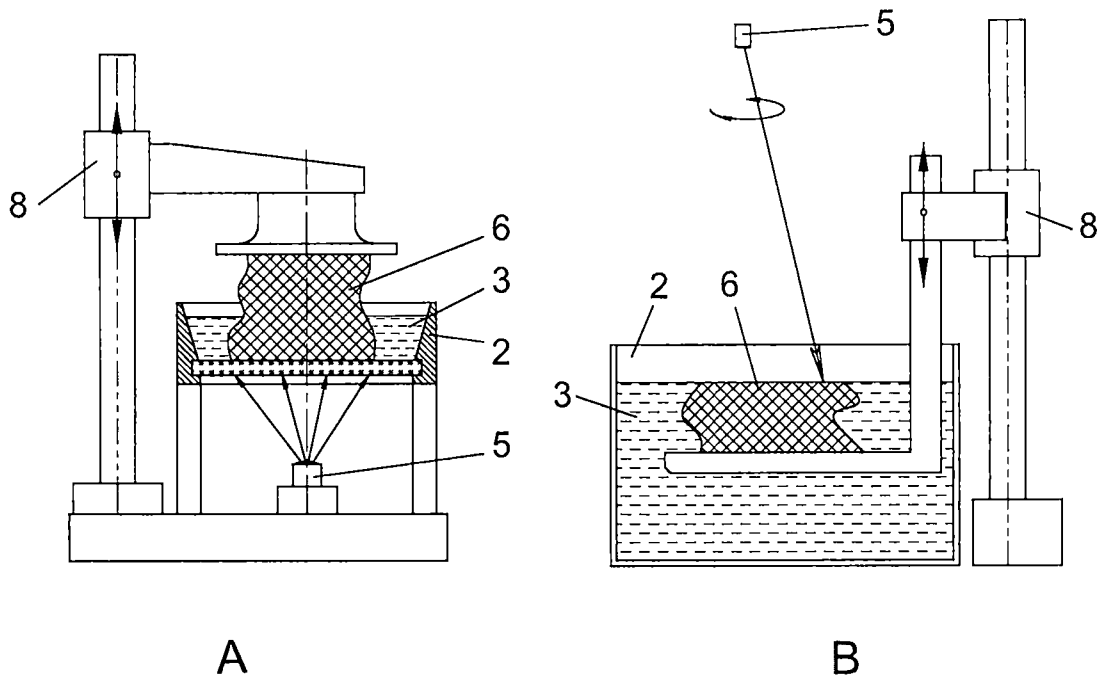
15

20

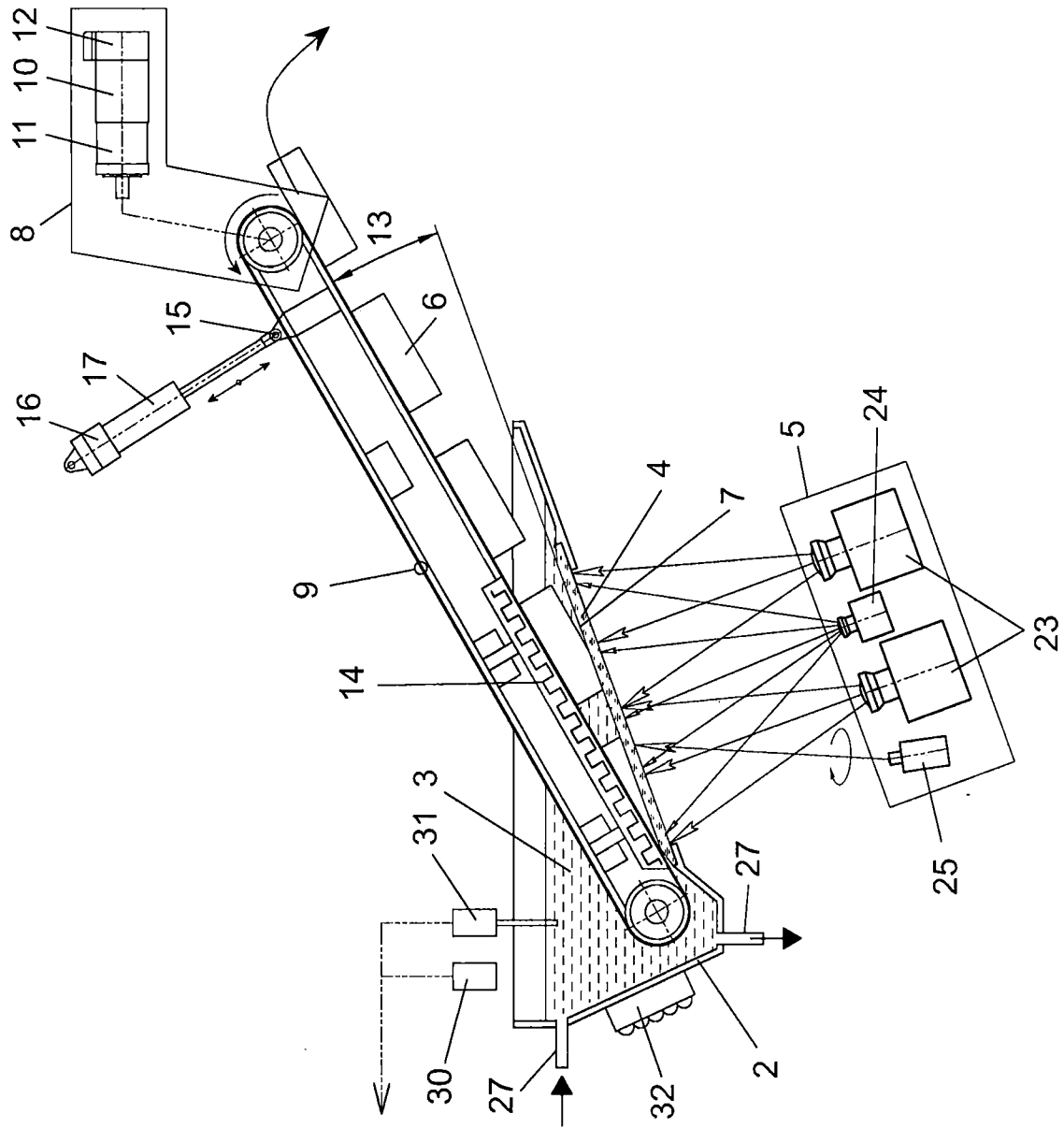
25

30

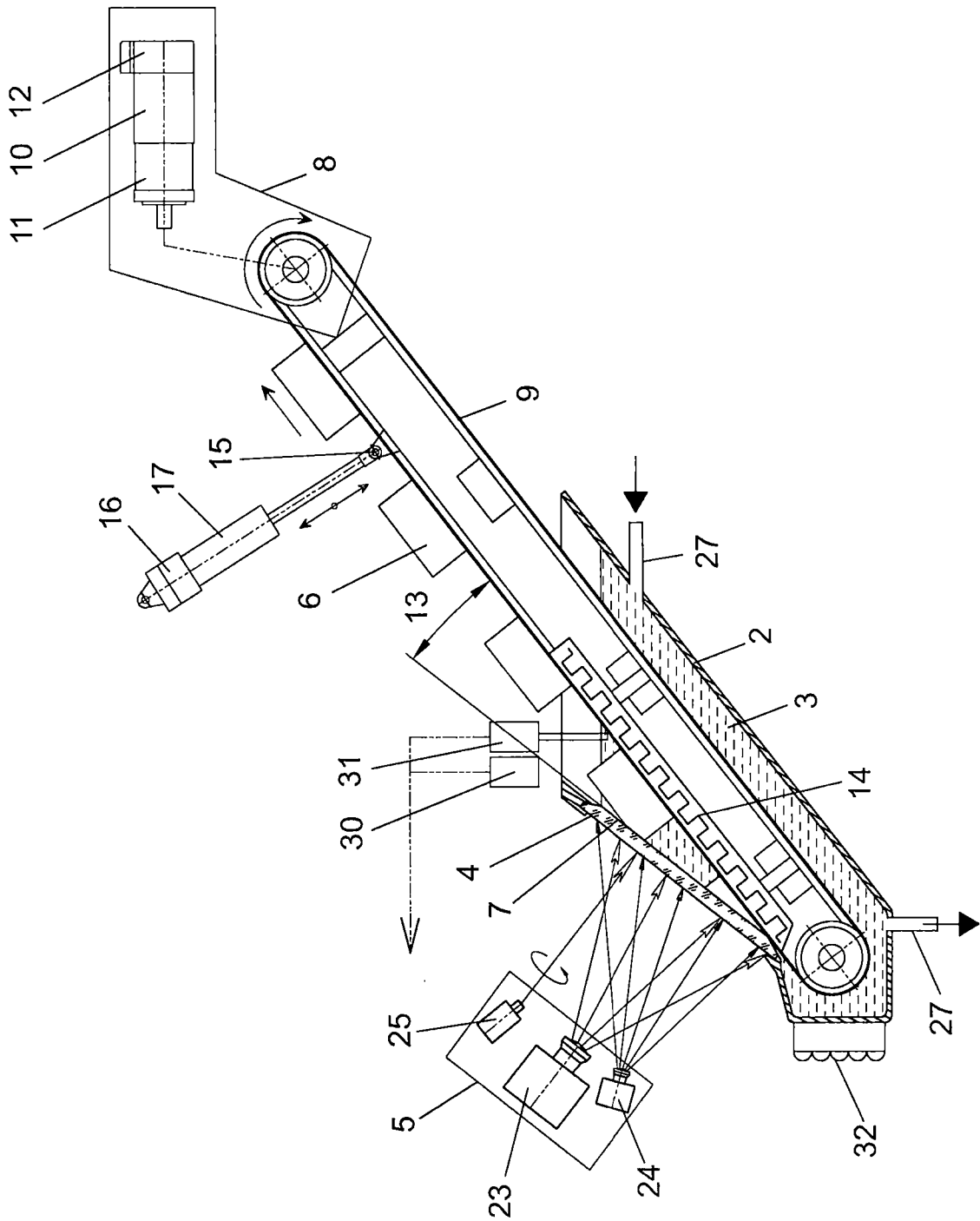
35



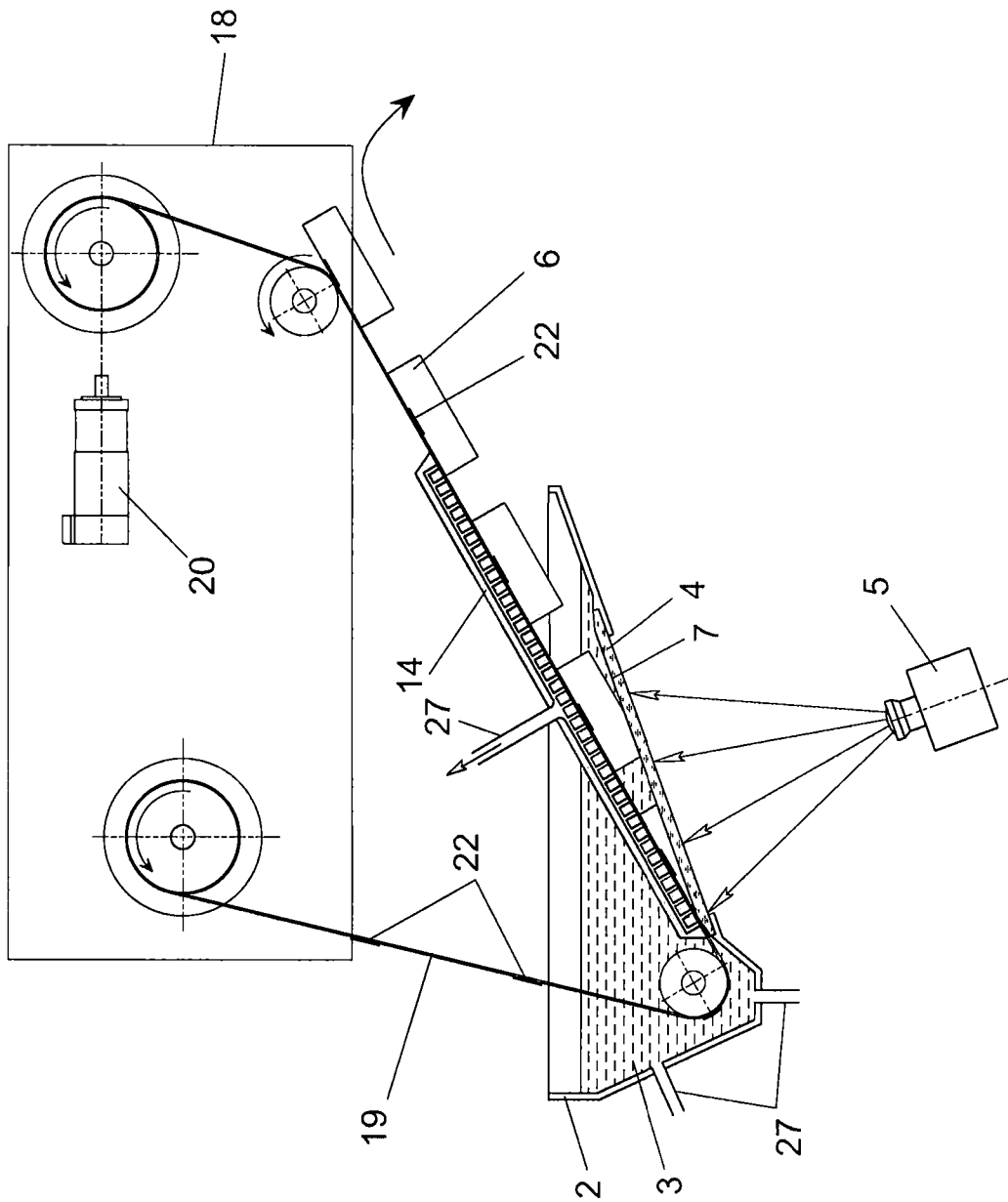
ФИГ. 1



ФИГ. 2

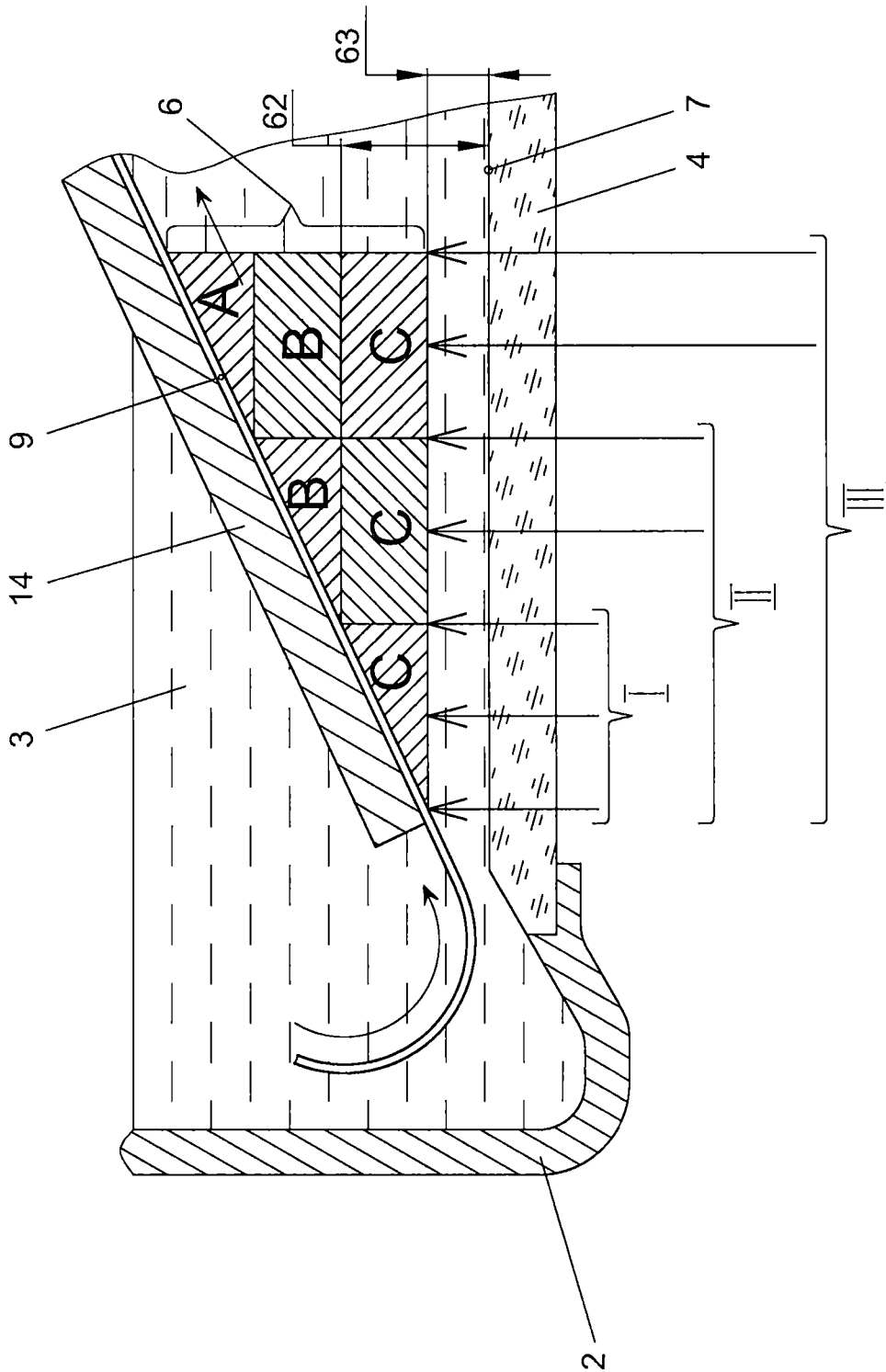


ФИГ. 3

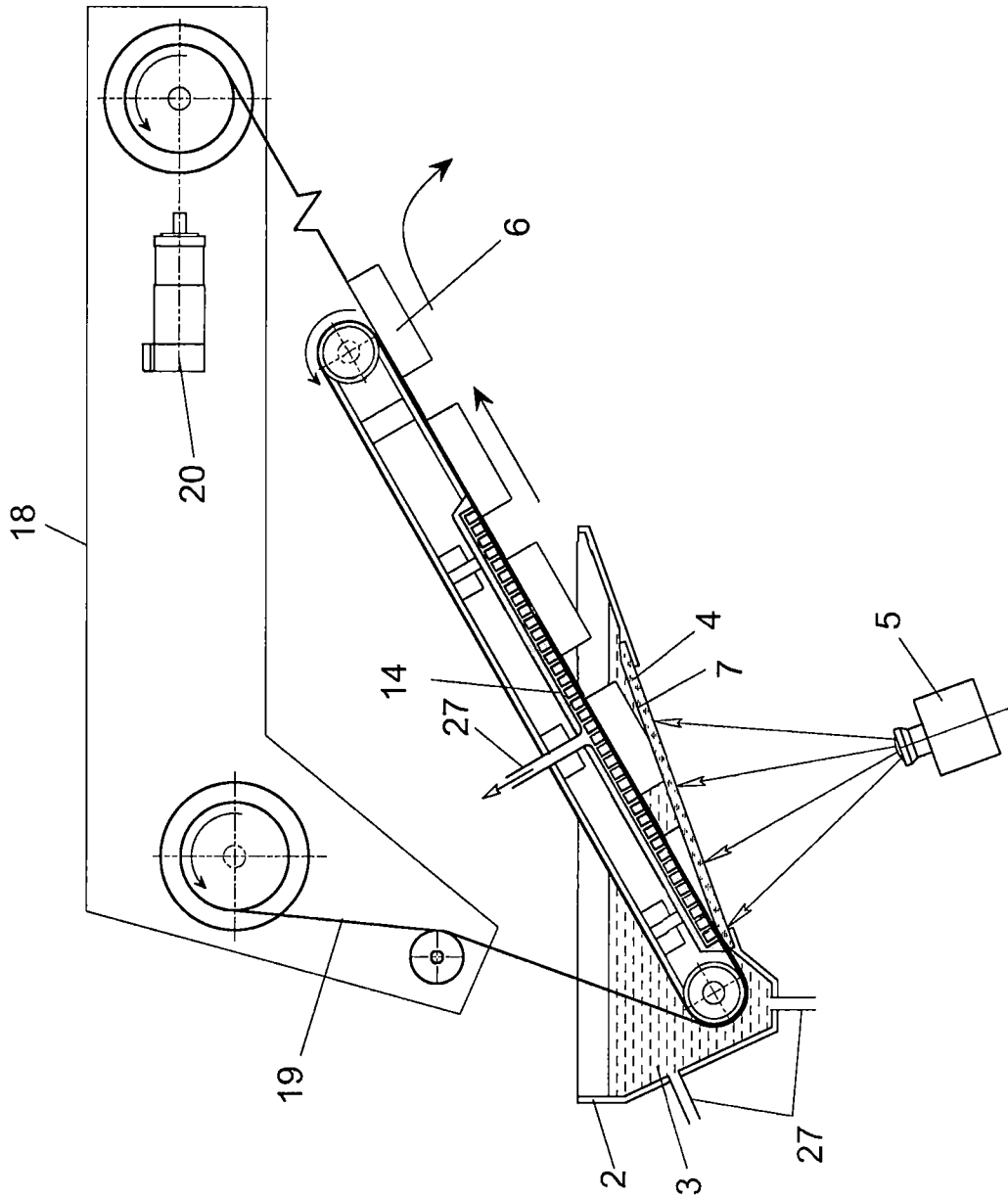


ФИГ. 4

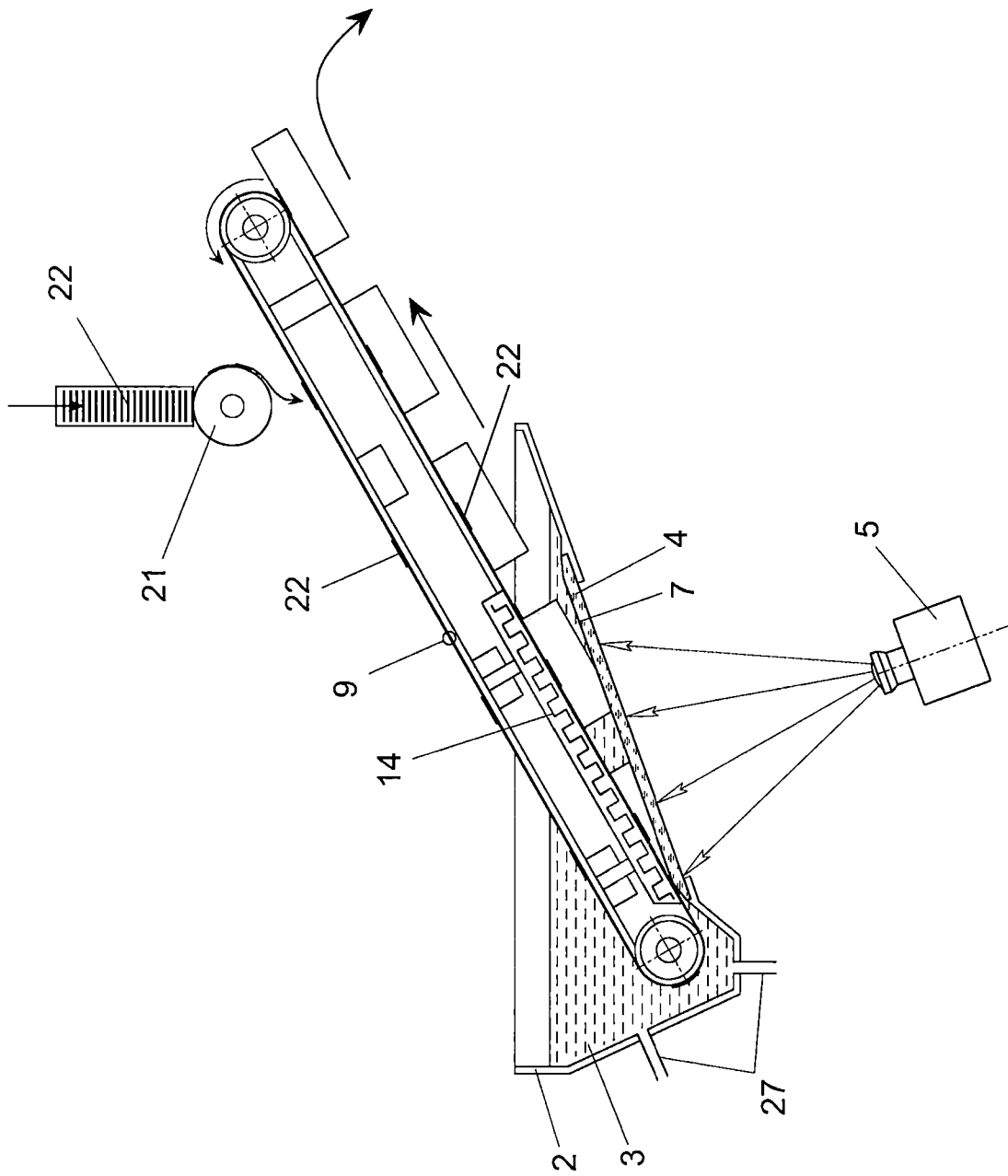
5/8



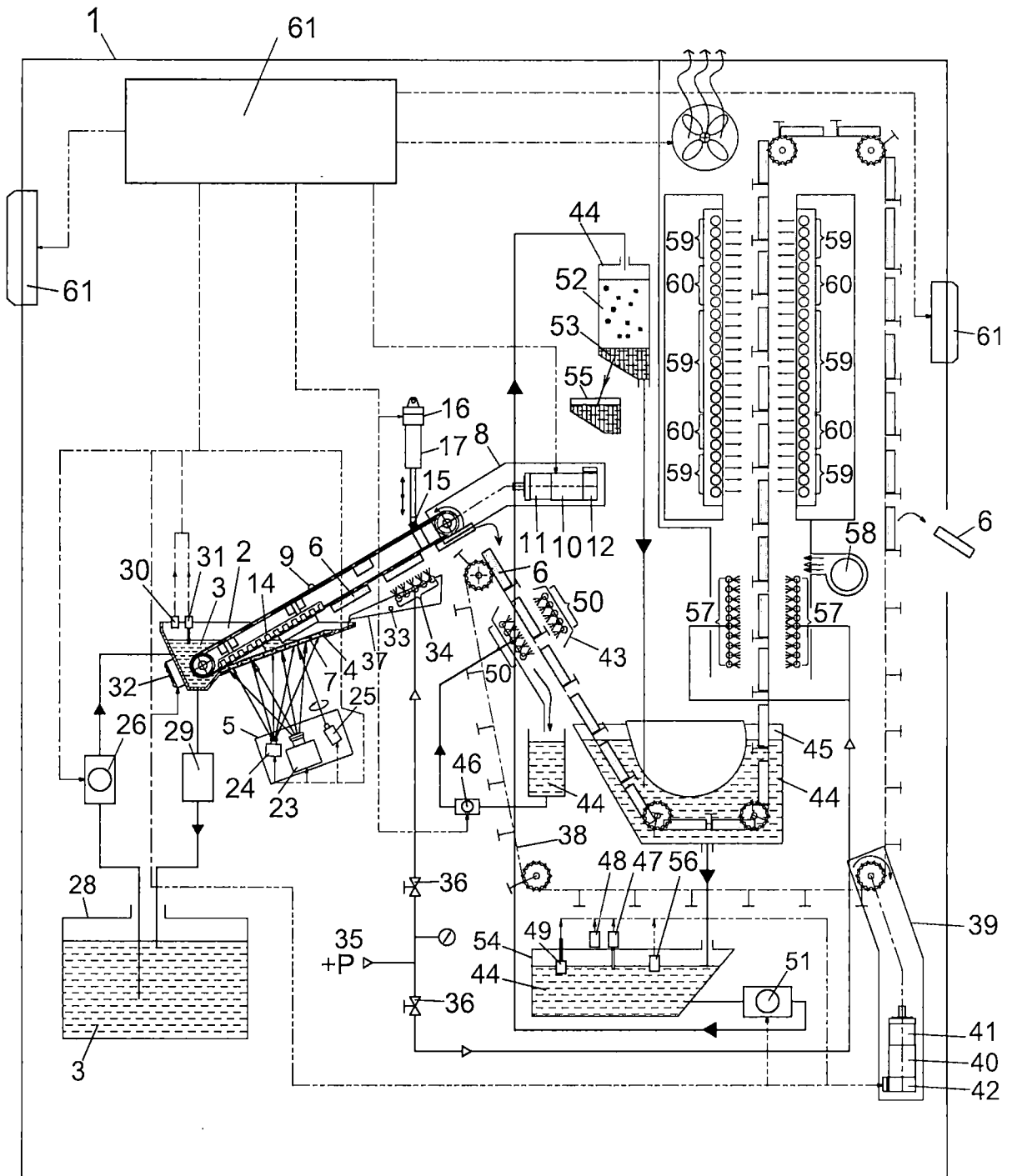
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/UA2022/000067

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B33Y 10/00, B33Y 30/00, B29C 31/00, B29C 64/20, B29C 64/379, B29C 64/10, B29C 64/171, B29C 35/08 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: B33Y 10/00, B33Y 30/00, B29C 31/00, B29C 64/20, B29C 64/379, B29C 64/10, B29C 64/171, B29C 35/08</p>		
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>		
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Espacenet, Google Patents, Patentscope, JPO, USPTO</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
D, A	UA 123063 C2 (KHALIL OLEG JUREVICH [UA]) 10 February 2021 (10.02.2021), the whole document	1-34
D, A	US 20080169586 A1 (3D SYSTEMS INC [US]) 17 July 2008 (17.07.2008), the whole document	1-34
A	WO 2015196149 A1 (VELO3D INC [US]) 23 December 2015 (23.12.2015), the whole document	1-34
A	US 20160297144 A1 (ZYDEX PTY LTD [AU]) 13 October 2016 (13.10.2016), the whole document	1-34
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>		
<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 16 August 2023 (16.08.2023)		Date of mailing of the international search report 17 August 2023 (17.08.2023)
Name and mailing address of the ISA/ UA		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/UA2022/000067

UA 123063 C2	10.02.2021	CN 109311226 A	05.02.2019
		EP 3508330 A1	10.07.2019
		EP 3508330 A4	22.04.2020
		RU 2722902 C1	04.06.2020
		US 2019111622 A1	18.04.2019
		WO 2018044249 A1	08.03.2018
US 20080169586 A1	17.07.2008	US 7706910 B2	27.04.2010
		CN 101229685 A	30.07.2008
		CN 101229685 B	16.05.2012
		CN 101229686 A	30.07.2008
		CN 101229687 A	30.07.2008
		CN 101229687 B	07.09.2011
		CN 101229688 A	30.07.2008
		CN 101229688 B	23.05.2012
		CN 101626881 A	13.01.2010
		CN 101626881 B	14.11.2012
		EP 1946907 A2	23.07.2008
		EP 1946907 A3	17.02.2010
		EP 1946907 B1	02.01.2013
		EP 1946908 A2	23.07.2008
		EP 1946908 A3	17.02.2010
		EP 1946908 B1	08.06.2011
		EP 1946909 A2	23.07.2008
		EP 1946909 A3	17.02.2010
		EP 1946910 A2	23.07.2008
		EP 1946910 A3	24.02.2010
		EP 1946910 B1	28.03.2012
		EP 1946911 A2	23.07.2008
		EP 1946911 A3	17.02.2010
		EP 1946911 B1	23.12.2015
		EP 1950032 A2	30.07.2008
		EP 1950032 A3	29.07.2009
		EP 1950032 B1	20.06.2012
		JP 2008201127 A	04.09.2008
		JP 4778005 B2	21.09.2011
		JP 2008201128 A	04.09.2008
		JP 4856102 B2	18.01.2012
		JP 2008173974 A	31.07.2008
		JP 5096937 B2	12.12.2012
		JP 2014037148 A	27.02.2014
		JP 6312237 B2	18.04.2018
		JP 2008195069 A	28.08.2008
		JP 2010516498 A	20.05.2010
		TW 200835592 A	01.09.2008
		TW I345527 B	21.07.2011
		TW 200844632 A	16.11.2008
		TW I359327 B	01.03.2012
		TW 200836018 A	01.09.2008
		TW I378859 B	11.12.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/UA2022/000067

		TW 200836017 A	01.09.2008
		US 2008169589 A1	17.07.2008
		US 7614866 B2	10.11.2009
		US 2008171284 A1	17.07.2008
		US 7731887 B2	08.06.2010
		US 2008206383 A1	28.08.2008
		US 7771183 B2	10.08.2010
		US 2008179787 A1	31.07.2008
		US 8003039 B2	23.08.2011
		US 2008179786 A1	31.07.2008
		US 8105066 B2	31.01.2012
		US 2008231731 A1	25.09.2008
		US 8221671 B2	17.07.2012
		US 2011272857 A1	10.11.2011
		US 8465689 B2	18.06.2013
		US 2008170112 A1	17.07.2008
		US 2008181977 A1	31.07.2008
		US 2008226346 A1	18.09.2008
		WO 2008088637 A2	24.07.2008
		WO 2008088637 A3	02.10.2008
		WO 2008088638 A2	24.07.2008
		WO 2008088638 A3	09.10.2008
		WO 2008088639 A2	24.07.2008
		WO 2008088640 A2	24.07.2008
		WO 2008088640 A3	20.11.2008
		WO 2008088641 A2	24.07.2008
		WO 2008088642 A2	24.07.2008
		WO 2008088642 A3	02.10.2008
WO 2015196149 A1	23.12.2015	CA 2952633 A1	23.12.2015
		CA 2952633 C	06.03.2018
		CN 106488819 A	08.03.2017
		CN 106488819 B	22.06.2018
		CN 108436082 A	24.08.2018
		EP 3157696 A1	26.04.2017
		EP 3157696 A4	05.09.2018
		GB 2531625 A	27.04.2016
		GB 2531625 B	25.07.2018
		GB 2546016 A	05.07.2017
		GB 2546016 B	28.11.2018
		JP 2017532433 A	02.11.2017
		JP 6316991 B2	25.04.2018
		JP 2018150624 A	27.09.2018
		KR 20170021839 A	28.02.2017
		KR 101795994 B1	01.12.2017
		MX 2016016670 A	26.06.2017
		MX 355451 B	18.04.2018
		US 2015367447 A1	24.12.2015
		US 9254535 B2	09.02.2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.


PCT/UA2022/000067

		US 2015367448 A1	24.12.2015
		US 9346127 B2	24.05.2016
		US 2015367446 A1	24.12.2015
		US 9399256 B2	26.07.2016
		US 2015367417 A1	24.12.2015
		US 9403235 B2	02.08.2016
		US 2015367419 A1	24.12.2015
		US 9486878 B2	08.11.2016
		US 2016121399 A1	05.05.2016
		US 9573193 B2	21.02.2017
		US 2016297007 A1	13.10.2016
		US 9573225 B2	21.02.2017
		US 2016207109 A1	21.07.2016
		US 9586290 B2	07.03.2017
		US 2015367416 A1	24.12.2015
		US 9821411 B2	21.11.2017
		US 2017144254 A1	25.05.2017
		US 10195693 B2	05.02.2019
		US 2016297006 A1	13.10.2016
		US 10493564 B2	03.12.2019
		US 2017189963 A1	06.07.2017
		US 10507549 B2	17.12.2019
		US 2015367415 A1	24.12.2015
		US 2015367418 A1	24.12.2015
		US 2017021420 A1	26.01.2017
		US 2017334024 A1	23.11.2017
		US 2022297186 A1	22.09.2022
		US 2023040341 A1	09.02.2023
US 20160297144 A1	13.10.2016	US 11141969 B2	12.10.2021
		AU 2011291448 A1	07.03.2013
		AU 2011291448 B2	01.12.2016
		AU 2017200976 A1	16.03.2017
		AU 2017200976 B2	08.11.2018
		CN 103167946 A	19.06.2013
		EP 2605898 A1	26.06.2013
		EP 2605898 A4	22.11.2017
		EP 2605898 B1	30.09.2020
		US 2013270746 A1	17.10.2013
		US 8877115 B2	04.11.2014
		US 2015001763 A1	01.01.2015
		US 9375881 B2	28.06.2016
		US 2022016811 A1	20.01.2022
		WO 2012021940 A1	23.02.2012

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/UA2022/000067

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ В33У 10/00, В33У 30/00, В29С 31/00, В29С 64/20, В29С 64/379, В29С 64/10, В29С 64/171, В29С 35/08 В соответствии с Международной патентной классификацией (МПК) или национальной классификацией и МПК</p>		
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА Минимум поисковой документации (система классификации и классификационные индексы) IPC: В33У 10/00, В33У 30/00, В29С 31/00, В29С 64/20, В29С 64/379, В29С 64/10, В29С 64/171, В29С 35/08</p>		
<p>Документация, по которой проводился поиск, иная, чем минимум документации, в случае, если она входит в область поиска</p>		
<p>Электронная база данных, принятая во внимание при проведении международного поиска (наименование базы данных и, если применимо, использованные ключевые слова) Espacenet, Google Patents, Patentscope, JPO, USPTO</p>		
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ</p>		
Категория*	Ссылка на документ с указанием, если необходимо, релевантных отрывков	Номер релевантного пункта формулы
D, A	UA 123063 C2 (ХАЛИП ОЛЕГ ЮРЬЕВИЧ [UA]) 10 февраля 2021 (10.02.2021), весь документ	1-34
D, A	US 20080169586 A1 (3D SYSTEMS INC [US]) 17 июля 2008 (17.07.2008), весь документ	1-34
A	WO 2015196149 A1 (VELO3D INC [US]) 23 декабря 2015 (23.12.2015), весь документ	1-34
A	US 20160297144 A1 (ZYDEX PTY LTD [AU]) 13 октября 2016 (13.10.2016), весь документ	1-34
<p><input type="checkbox"/> Другие документы перечислены в продолжении графы C. <input checked="" type="checkbox"/> См. приложение, касающееся патентного семейства.</p>		
<p>* Особые категории цитируемых документов:</p> <p>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не рассматриваемый в качестве особо релевантного</p> <p>“D” документ, процитированный заявителем в международной заявке</p> <p>“E” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или позднее</p> <p>“L” документ, который может вызвать сомнения касательно заявленного приоритета или цитируемый с целью установления даты публикации другого цитируемого документа, или по другой особой причине (как указано)</p> <p>“O” документ со ссылкой на устное раскрытие, использование, выставку или другие факты</p> <p>“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но позднее даты заявленного приоритета</p> <p>“T” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не противоречащий заявке, но цитируемый для понимания принципов или теории, лежащих в основе изобретения</p> <p>“X” документ особой релевантности; заявленное изобретение не может считаться новым или обладающим изобретательским уровнем, если документ взят отдельно</p> <p>“Y” документ особой релевантности; заявленное изобретение не может считаться обладающим изобретательским уровнем в сочетании с одним или более документами, когда такое сочетание очевидно для специалиста в данной области техники</p> <p>“&” документ, являющийся членом того же патентного семейства</p>		
<p>Дата фактического завершения международного поиска 16 августа 2023 г. (16.08.2023)</p>		<p>Дата отправки отчета о международном поиске 17 августа 2023 г. (17.08.2023)</p>
<p>Наименование и адрес МПО/UA ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ" вул. Дмитра Годзэнка, 1, м. Київ, 01601, Украина Факс: +380 (44) 494-05-35</p>		<p>Уполномоченное лицо  X. КУХАРЕНКО Телефон: +380 (44) 494-05-77</p>

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ
Информация о членах патентного семейства

Номер международной заявки

PCT/UA2022/000067

Документ, указанный в отчете	Дата публикации	Члены патентного семейства	Дата публикации
UA 123063 C2	10.02.2021	CN 109311226 A	05.02.2019
		EP 3508330 A1	10.07.2019
		EP 3508330 A4	22.04.2020
		RU 2722902 C1	04.06.2020
		US 2019111622 A1	18.04.2019
		WO 2018044249 A1	08.03.2018
US 20080169586 A1	17.07.2008	US 7706910 B2	27.04.2010
		CN 101229685 A	30.07.2008
		CN 101229685 B	16.05.2012
		CN 101229686 A	30.07.2008
		CN 101229687 A	30.07.2008
		CN 101229687 B	07.09.2011
		CN 101229688 A	30.07.2008
		CN 101229688 B	23.05.2012
		CN 101626881 A	13.01.2010
		CN 101626881 B	14.11.2012
		EP 1946907 A2	23.07.2008
		EP 1946907 A3	17.02.2010
		EP 1946907 B1	02.01.2013
		EP 1946908 A2	23.07.2008
		EP 1946908 A3	17.02.2010
		EP 1946908 B1	08.06.2011
		EP 1946909 A2	23.07.2008
		EP 1946909 A3	17.02.2010
		EP 1946910 A2	23.07.2008
		EP 1946910 A3	24.02.2010
		EP 1946910 B1	28.03.2012
		EP 1946911 A2	23.07.2008
		EP 1946911 A3	17.02.2010
		EP 1946911 B1	23.12.2015
		EP 1950032 A2	30.07.2008
		EP 1950032 A3	29.07.2009
		EP 1950032 B1	20.06.2012
		JP 2008201127 A	04.09.2008
		JP 4778005 B2	21.09.2011
		JP 2008201128 A	04.09.2008
		JP 4856102 B2	18.01.2012
		JP 2008173974 A	31.07.2008
JP 5096937 B2	12.12.2012		
JP 2014037148 A	27.02.2014		
JP 6312237 B2	18.04.2018		
JP 2008195069 A	28.08.2008		
JP 2010516498 A	20.05.2010		
TW 200835592 A	01.09.2008		
TW I345527 B	21.07.2011		
TW 200844632 A	16.11.2008		
TW I359327 B	01.03.2012		
TW 200836018 A	01.09.2008		
TW I378859 B	11.12.2012		

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ
Информация о членах патентного семейства

Номер международной заявки

PCT/UA2022/000067

Документ, указанный в отчете	Дата публикации	Члены патентного семейства	Дата публикации
		TW 200836017 A	01.09.2008
		US 2008169589 A1	17.07.2008
		US 7614866 B2	10.11.2009
		US 2008171284 A1	17.07.2008
		US 7731887 B2	08.06.2010
		US 2008206383 A1	28.08.2008
		US 7771183 B2	10.08.2010
		US 2008179787 A1	31.07.2008
		US 8003039 B2	23.08.2011
		US 2008179786 A1	31.07.2008
		US 8105066 B2	31.01.2012
		US 2008231731 A1	25.09.2008
		US 8221671 B2	17.07.2012
		US 2011272857 A1	10.11.2011
		US 8465689 B2	18.06.2013
		US 2008170112 A1	17.07.2008
		US 2008181977 A1	31.07.2008
		US 2008226346 A1	18.09.2008
		WO 2008088637 A2	24.07.2008
		WO 2008088637 A3	02.10.2008
		WO 2008088638 A2	24.07.2008
		WO 2008088638 A3	09.10.2008
		WO 2008088639 A2	24.07.2008
		WO 2008088640 A2	24.07.2008
		WO 2008088640 A3	20.11.2008
		WO 2008088641 A2	24.07.2008
		WO 2008088642 A2	24.07.2008
		WO 2008088642 A3	02.10.2008
WO 2015196149 A1	23.12.2015	CA 2952633 A1	23.12.2015
		CA 2952633 C	06.03.2018
		CN 106488819 A	08.03.2017
		CN 106488819 B	22.06.2018
		CN 108436082 A	24.08.2018
		EP 3157696 A1	26.04.2017
		EP 3157696 A4	05.09.2018
		GB 2531625 A	27.04.2016
		GB 2531625 B	25.07.2018
		GB 2546016 A	05.07.2017
		GB 2546016 B	28.11.2018
		JP 2017532433 A	02.11.2017
		JP 6316991 B2	25.04.2018
		JP 2018150624 A	27.09.2018
		KR 20170021839 A	28.02.2017
		KR 101795994 B1	01.12.2017
		MX 2016016670 A	26.06.2017
		MX 355451 B	18.04.2018
		US 2015367447 A1	24.12.2015
		US 9254535 B2	09.02.2016

Документ, указанный в отчете	Дата публикации	Члены патентного семейства	Дата публикации
		US 2015367448 A1	24.12.2015
		US 9346127 B2	24.05.2016
		US 2015367446 A1	24.12.2015
		US 9399256 B2	26.07.2016
		US 2015367417 A1	24.12.2015
		US 9403235 B2	02.08.2016
		US 2015367419 A1	24.12.2015
		US 9486878 B2	08.11.2016
		US 2016121399 A1	05.05.2016
		US 9573193 B2	21.02.2017
		US 2016297007 A1	13.10.2016
		US 9573225 B2	21.02.2017
		US 2016207109 A1	21.07.2016
		US 9586290 B2	07.03.2017
		US 2015367416 A1	24.12.2015
		US 9821411 B2	21.11.2017
		US 2017144254 A1	25.05.2017
		US 10195693 B2	05.02.2019
		US 2016297006 A1	13.10.2016
		US 10493564 B2	03.12.2019
		US 2017189963 A1	06.07.2017
		US 10507549 B2	17.12.2019
		US 2015367415 A1	24.12.2015
		US 2015367418 A1	24.12.2015
		US 2017021420 A1	26.01.2017
		US 2017334024 A1	23.11.2017
		US 2022297186 A1	22.09.2022
		US 2023040341 A1	09.02.2023
US 20160297144 A1	13.10.2016	US 11141969 B2	12.10.2021
		AU 2011291448 A1	07.03.2013
		AU 2011291448 B2	01.12.2016
		AU 2017200976 A1	16.03.2017
		AU 2017200976 B2	08.11.2018
		CN 103167946 A	19.06.2013
		EP 2605898 A1	26.06.2013
		EP 2605898 A4	22.11.2017
		EP 2605898 B1	30.09.2020
		US 2013270746 A1	17.10.2013
		US 8877115 B2	04.11.2014
		US 2015001763 A1	01.01.2015
		US 9375881 B2	28.06.2016
		US 2022016811 A1	20.01.2022
		WO 2012021940 A1	23.02.2012