

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202190658** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.08.31

(22) Дата подачи заявки
2019.07.17

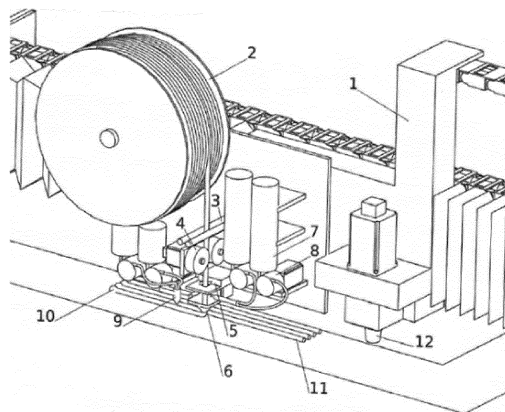
(51) Int. Cl. *B28B 1/00* (2006.01)
B28B 23/02 (2006.01)
B29C 64/118 (2017.01)
B29C 70/38 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

(31) P.427016
(32) 2018.09.14
(33) PL
(86) PCT/EP2019/069290
(87) WO 2020/052836 2020.03.19
(88) 2020.05.07
(71) Заявитель:
РЕБИЛД СП. З О.О. (PL)

(72) Изобретатель:
Жадковский Витольд Войцех,
Ковалик Михал Пётр, Пеж Рафал
Анджей, Супрынович Кароль,
Валдыковский Михал (PL)
(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Объектом изобретения является устройство для автоматического армирования конструкций, в частности бетонных, которое имеет манипулятор со средствами для его точного перемещения в пространстве, печатающую головку, расположенную на концевой детали манипулятора, блок для хранения армирующего волокна в виде катушки, предпочтительно расположенной на печатающей головке, отличающееся тем, что блок для хранения армирующего волокна соединен со средствами укладки волокна на поверхности армируемой конструкции, причем указанные средства имеют ведущие ролики и отрезной нож. Объектом изобретения также является способ автоматического армирования конструкций, причем в указанном способе используют устройство с дистанционным управлением.



202190658
A1

202190658

A1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО АРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Изобретение относится к технике армирования конструкций, выполненных с использованием бетона, в частности к устройствам для автоматического армирования, а также к способу армирования конструкций, особенно с использованием устройства согласно изобретению.

В строительной отрасли требуется армирование бетонных конструкций, поскольку прочность бетона на растяжение во много раз ниже, чем прочность на сжатие. В изгибаемых элементах, таких как потолки или перемычки, происходит как сжатие, так и растяжение, что требует использования арматуры. В связи с прогрессирующей автоматизацией процесса возведения зданий и сооружений возникает экономически оправданная необходимость автоматизации процесса укладки арматуры.

В предыдущем уровне техники можно найти различные типы устройств, которые пытались применить для автоматизации процесса укладки армирующих волокон. Например, в американской заявке US2018093373 A1 описывается комплексное устройство для автоматического строительства зданий и сооружений. Он состоит из крупногабаритного 3D-принтера, который приспособлен для контролируемой заливки бетонных слоев. Согласно этому документу, арматуру укладывают с помощью многоосного многоцелевого манипулятора, который может помещать металлические стержни в создаваемую конструкцию и даже сваривать их вместе. Однако предлагаемый способ армирования с использованием описанного устройства сложно реализовать, поскольку устройство согласно данному изобретению является большим, очень дорогим и (хотя оно может быть подходящим для возведения крупных сооружений, таких как электростанции), но оно не подходит для небольших приложений, таких как строительство жилых домов.

В документе W00151730 A1 предлагается новый тип арматурных стержней, изготовленных из волокон, погруженных в смолу и имеющих различные формы. Однако этот документ предусматривает укладку стержней, изготовленных из новых материалов, аналогичную укладке известных металлических стержней, т.е. создание (пространственной) арматурной

конструкции и заливка ее бетоном. Это невыгодно, так как требует вмешательства человека для создания пространственного армирования, что не позволяет полностью автоматизировать процесс возведения здания из армированного материала.

В документе WO2014153535 A2 описывается постепенное создание структур с использованием волокон, которые после объединения с термопластичной смолой можно использовать для создания трехмерных конструкций. Однако в документе вообще не рассматривается использование таких волокон со смоляной матрицей для армирования бетонных конструкций, а описывается использование термореактивных смол без учета преимуществ использования смол, отверждаемых в результате химической реакции.

В заявке US 2017028644 A1 описан способ создания на месте двухкомпонентных композитов с целью создания легких конструкций (детали летательных аппаратов, лопасти ветряных турбин). Однако в нем не рассматривается использование произведенного композита в сочетании с бетоном, а композита, состоящего только из двух компонентов, но этого недостаточно, когда речь идет о возможности обеспечить соответствующие параметры прочности и сцепление арматуры с бетоном.

В публикации под названием "Experimental Exploration of Metal Cable as Reinforcement in 3D Printed Concrete", под авторством Freek P. Bos, Zeeshan Y. Ahmed, Evgeniy R. Jutinov, Theo A. M. Salet, Materials, 2017, представляет собой наиболее близкий уровень техники по отношению к данному изобретению, в котором описываются попытки поэтапного изготовления бетонных конструкций, в которых армирующие волокна должны быть уложены вместе с бетонной нитью - в центре нити. К сожалению, такое решение не подходит из-за проблем с правильной укладкой арматуры, очень тонкие волокна оказываются слишком слабыми, более толстые волокна имеют тенденцию выскальзывать из бетонной нити, а волокна любого типа имеют тенденцию распрямляться, что ограничивает возможные формы армированных таким образом бетонных конструкций. Кроме того, размещение волокна внутри бетонной нити затрудняет связывание армирующих волокон вместе, что снижает достижимую прочность всей армированной конструкции.

Ввиду вышеизложенного очевидно, что в предшествующем уровне техники отсутствуют устройства, которые позволяли бы быстро и дешево производить на месте композитную арматуру для бетонных конструкций с использованием относительно небольшого по размерам оборудования, и что нет описанных способов для достижения такого армирования.

Объектом изобретения является устройство для автоматического армирования конструкций, особенно бетонных конструкций, которое содержит:

- манипулятор со средствами точного перемещения в пространстве,
- печатающую головку, расположенную на концевой детали манипулятора,

- блок для хранения армирующего волокна в виде катушки, предпочтительно расположенный на печатающей головке, отличающееся тем, что блок для хранения армирующего волокна соединен со средствами для укладки волокна на поверхность армируемой конструкции, причем указанные средства имеют ведущие ролики и отрезной нож.

Предпочтительно, между блоком для хранения армирующего волокна и ведущими роликами размещены направляющие ролики, причем направляющие ролики предпочтительно имеют оси вращения, перпендикулярные осям вращения ведущих роликов.

Предпочтительно, устройство имеет сатуратор, расположенный так, чтобы армирующее волокно сначала проходило рядом с отрезным ножом, а затем через сатуратор, а также два контейнера - со смолой и отвердителем, которые соединены с камерой смешивания отвердителя и узлом насосов, а также выпускное отверстие камеры смешивания отвердителя, которое направлено в сторону сатуратора.

Предпочтительно. устройство имеет резервуар для клея, насос для клея и сопло клеевого узла, причем сопло клеевого узла предпочтительно обращено в том же направлении, что и выпускное отверстие сатуратора.

Предпочтительно, чтобы на концевой детали манипулятора было сопло для нанесения бетонного раствора.

Предпочтительно, устройство имеет средства для очистки камеры смешивания отвердителя и узла насосов и/или сопла клеевого узла, предпочтительно продувкой или промывкой.

Предпочтительно, устройство имеет светоизлучающий модуль, который предпочтительно направлен к выпускному отверстию армирующего волокна из сатуратора.

Предпочтительно, устройство имеет узел, который опрыскивает заполнителем укладываемую арматуру, предпочтительно содержащий вибрационный конвейер.

Сопло, наносящее бетонный раствор, предпочтительно размещают на расстоянии от средства укладки волокна на поверхность армируемой конструкции, и это сопло выполнено таким образом, что точка выхода армирующего волокна из средств укладки волокна на поверхности армируемой конструкции полностью находится за пределы выпускного отверстия сопла, которое наносит бетонный раствор.

Объектом изобретения также является способ автоматического армирования конструкций, отличающийся тем, что с использованием устройства дистанционного управления выполняют следующие этапы:

- a) опускание пучка армирующего волокна до его приведения в контакт с поверхностью армируемого элемента;
- b) прикрепление пучка армирующего волокна (в частности - его конца) к поверхности армируемого элемента нанесением небольшого количества клея, предпочтительно быстросхватывающегося клея;
- c) захват пучка армирующих волокон сатуратором;
- d) начало подачи отверждающейся смеси в сатуратор;
- e) перемещение печатающей головки с размещением пропитанного армирующего волокна на армируемой поверхности;
- f) резку армирующего волокна.

Предпочтительно, способ автоматического армирования конструкций в соответствии с изобретением реализовывают с использованием устройства в

соответствии с изобретением, отличающегося тем, что с помощью устройства с дистанционным управлением выполняют следующие этапы:

- a) опускание пучка армирующего волокна, размотанный от блока для хранения до приведения в контакт с поверхностью армируемого элемента;
- b) прикрепление пучка армирующего волокна (в частности, его конца) к поверхности армируемого элемента, нанесением с помощью сопла клеевого узла небольшого количества клея, предпочтительно быстросхватывающегося клея;
- c) захват пучка армирующего волокна сатуратором;
- d) начало подачи отверждающейся смеси от контейнеров со смолой и отвердителем к сатуратор с использованием камеры смешивания отвердителя и узла насосов;
- e) перемещение печатающей головки, установленной на концевой детали манипулятора, с размещением пропитанного армирующего волокна на армируемой поверхности;
- f) резку армирующего волокна отрезным ножом.

Предпочтительно, после резки армирующего волокна в соответствии с этапом f) выполняют следующий этап:

- g) покрытие конца армирующего волокна клеем, в частности клеем, нанесенным через сопло (9).

Предпочтительно, при укладке пропитанного армирующего волокна в соответствии с этапом e) армирующее волокно с покрытием из смолы, которое укладывают на поверхность армируемого элемента, опрыскивают наполнителем.

Предпочтительно, смоле придана неправильная форма избыточного пропитывания.

Предпочтительно, в случае использования светоотверждаемых смол на этапе e) и/или после резки армирующего волокна в соответствии с этапом f) уложенное армирующее волокно подвергают воздействию света, в частности УФ-света.

Предпочтительно перед началом армирования поверхности элемента на этой поверхности создаются выступы, особенно путем предварительного формования этих выступов из бетона и/или установки штифтов на эту поверхность, особенно изготовленных из металла, пластика, бетона или пенобетона, при этом на этапе е) армирующее волокно укладывают на армируемую поверхность вокруг по меньшей мере некоторых выступов.

Предпочтительно после того, как этапы а) - f) и, возможно, g) были выполнены один или несколько раз, и после того, как первый слой арматуры был создан на поверхности бетонного основания, также были созданы вспомогательные стойки, после чего снова выполняют этапы от а) до f) и, возможно, g) способа, во время которых укладывают второй слой арматуры, армирующие волокна которого проходят как по поверхности бетонного основания, так и по поверхности вспомогательных стоек, при этом дополнительно между армирующими волокнами первого слоя армирования и армирующими волокнами второго слоя армирования создают клеевые соединения.

Предпочтительно после укладки второго слоя армирования снова выполняют этапы от а) до f) и, возможно, g) способа, во время выполнения которых третий слой арматуры укладывают поверх вспомогательных стоек, при этом клеевые соединения создают на местах стыковки армирующих волокон второго слоя армирования и третьего слоя армирования.

Предпочтительно, после того, как второй слой армирования будет уложен, слой бетона наливают на армируемую поверхность до верхнего уровня вспомогательных стоек.

Краткое описание чертежей

Изобретение будет описано более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

- на Фиг. 1 показан пример выполнения устройства для автоматического армирования конструкций,
- на Фиг. 2 показан пример укладки армирующего волокна, в основном плоского, и

- на Фиг. 3 показан пример пространственной укладки армирующего волокна.

Перечень позиций, обозначенных на фигурах:

- 1 – концевая деталь манипулятора
- 2 - блок для хранения армирующего волокна
- 3 - направляющие ролики
- 4 - ведущие ролики
- 5 -отрезной нож
- 6 - сатуратор
- 7 - контейнеры со смолой и отвердителем
- 8 - камера смешивания отвердителя и узел насосов
- 9 - сопло клеевого узла
- 10 - проклейка начала арматурного стержня
- 11 - арматурный стержень
- 12 - сопло для нанесения бетонного раствора
- 21 - бетонная конструкция
- 22 - бетонные выступы
- 23 - прикрепление начала арматурного стержня
- 24 - арматурный стержень
- 25 - прикрепление конца арматурного стержня (при необходимости)
- 30 - бетонное основание (напечатано ранее)
- 31 - вспомогательные стойки (печатают после первого слоя армирования)
- 32 - заполнение пустого пространства бетоном
- 33 - первый слой армирования (перед стойками)
- 34 - клеевое соединение
- 35 - второй слой армирования (после стоек)
- 36 - третий слой армирования (после заливки)

Самое главное, что устройство автоматического армирования конструкций содержит печатающую головку, пример исполнения которой проиллюстрирован на Фиг. 1, и которая размещается на концевой детали (1) манипулятора. Манипулятор был представлен как элемент, который подобен типичной конструкции, известной в технологии 3D-печати, которая (элемент) перемещается по раме, благодаря чему печатающая головка может

перемещаться вдоль линии рамы. Сама рама может быть перемещена горизонтально в направлении, поперечном продольному направлению рамы, а также вертикально (поднята/опущена). Конструкция, в которой используется система из нескольких рам, подходит для устройства в соответствии с изобретением, но в равной степени можно установить головку на руку многоосного робота или на любое другое устройство предшествующего уровня техники, предназначенное для точного перемещения головки в трех направлениях.

Среди элементов печатающей головки, проиллюстрированных на Фиг. 1, важным элементом является блок (2) для хранения армирующего волокна. Блок (2) для хранения был представлен в виде катушки с намотанным на него волокном, которая может свободно вращаться, позволяя армирующему волокну разматываться. Хотя блок (2) для хранения был представлен в виде круглой катушки, он может иметь другую форму, например призмы с шестиугольным, восьмиугольным или подобным сечением. В представленном варианте блок (2) для хранения расположен на печатающей головке. Это предпочтительное месторасположение. Однако блок (2) для хранения также может быть расположен в другом месте.

Рядом с блоком (2) для хранения армирующего волокна расположены направляющие ролики (3), которые могут принимать форму цилиндров, которые предпочтительно сужаются посередине, чтобы по мере разматывания волокна из блока (2) для хранения армирующее волокно могло стабильно проходить между направляющими роликами (3), не выходя за пределы направляющих роликов (3).

Рядом с направляющими роликами (3) (проиллюстрировано на Фиг. 1 ниже) находятся ведущие ролики (4), которые имеют форму цилиндров, предпочтительно зауженных посередине, и которые приводятся в движение электродвигателями. Ведущие ролики (4) могут быть изготовлены из материала, увеличивающим сцепление роликов с армирующим волокном или покрыты им, а также могут быть установлены близко друг к другу так, чтобы зазор между ведущими роликами (4) был меньше поперечного размера армирующего волокна. Крепление роликов (4) может быть «постоянным» или может допускать некоторую подвижность, например, с помощью пружин,

пружинных шайб и т.п., чтобы армирующее волокно не сдавливалось лишней раз при перемещении между ведущими роликами (4). Роль ведущих роликов (4) заключается в контролируемом перемещении армирующего волокна, которое (волокно) разматывается из блока (2) для хранения под действием движения ведущих роликов (4) и которое (волокно) проходит через направляющие ролики (3) и затем перемещается рядом с отрезным ножом (5) к сатуратору (6).

Отрезной нож (5), который проиллюстрирован на Фиг. 1, используют для резки армирующего волокна (например, после завершения укладки определенного армирующего волокна) и может иметь любую форму. На Фиг. 1 отрезной нож (5) представлен как элемент в виде плоского куска металла с отверстием в нем, причем отверстие ненамного больше армирующего волокна (только для того, чтобы волокно не истиралось о плоский кусок металла при прохождении рядом с отрезным ножом). Рядом с поверхностью плоского куска металла находится электрически управляемое лезвие. Однако отрезной нож (5) может иметь любую другую форму, например, форму перевернутого конуса с режущим лезвием, размещенным снизу (обеспечивая стабильное положение армирующего волокна после резки), или форму втулки с лезвием внутри втулки (обычная прямая лопатка или форма, которая работает как затвор в фотоаппаратах). Важно, чтобы лезвие отрезного ножа (5) было изготовлено из материала, достаточно прочного, чтобы выдерживать многократное разрезание армирующего волокна без затупления (например, для резки волокон, изготовленных из арамида железное лезвие не подходит), оно должно быть изготовлено, например, из инструментальной стали, титана, карбида вольфрама и пр.

Рядом с отрезным ножом (5) находится сатуратор (6), в котором армирующее волокно контактирует с веществом, насыщающим армирующее волокно, в частности смолой. Сатуратор (6) может быть любым сатуратором предшествующего уровня техники, разработанным для пропитки стеклянного или углеродного пучка, или это может быть конструкция, использующая силу тяжести - в таком случае она принимает форму воронки, разделенной на две или более частей, изготовленных предпочтительно из эластичного материала, например резины или силиконовой резины. Армирующее волокно под действием приводных роликов (4) продавливают через сатуратор (6),

благодаря чему поверхность армирующего волокна покрывается смолой, а излишки смолы собираются с волокна на суженную часть сатуратора (6).

Сатуратор (6) расположен рядом с выпускным отверстием камеры смешивания отвердителя, которая составляет часть камеры смешивания отвердителя и узла (8) насосов, проиллюстрированного на Фиг. 1. Узел (8) соединен с контейнерами со смолой и отвердителем (7), предпочтительно с двумя из них. Благодаря использованию двух разных контейнеров для смолы и отвердителя, с одной стороны, можно лучше регулировать окончательный состав смолы, которая вступает в контакт с армирующим волокном в сатураторе (6) (путем планирования продолжительности отверждения, температуры отверждения, допустимой влажности или даже способа отверждения арматуры - химический, ультрафиолетовый свет и т.п.) и, с другой стороны, можно увеличить срок нахождения веществ в контейнерах (7) (поскольку некоторые вещества могут сохранять свои свойства в течение многих дней при отдельном хранении, но после смешивания могут застывать в течение нескольких минут). Контейнеры могут быть выполнены либо в виде резервуаров, постоянно соединенных с головкой (что потребует регулярной очистки, чтобы предотвратить засорение), либо в стандартной форме, например, бутылки, которые должны быть заменены после того, как их содержимое закончится. Вещества, хранящиеся в контейнерах, могут быть любыми веществами, которые совместно исполняют роль отвердителей с требуемыми физическими и химическими свойствами, предпочтительно акриловыми, эпоксидными или фенольными смолами. Каждый из контейнеров соединен шлангом с насосом, из которого выходят шланги, которые объединяются в камеру смешивания отвердителя, которая, предпочтительно, представляет собой лабиринтный смеситель.

Армирующее волокно после прохождения через сатуратор (6) будет уже покрыто отверждающейся смесью и находится вблизи поверхности, на которую ее предполагается укладывать. После приведения в контакт с поверхностью смесь прилипает к ней и образует арматурный стержень (11), проиллюстрированный на Фиг. 1. Такие арматурные стержни (11) могут быть уложены параллельными рядами, которые размещаются близко друг к другу (как проиллюстрировано на Фиг. 1), либо могут образовывать любые другие конструкции или шаблоны (зигзаги, решетки и т.п.).

Устройство, проиллюстрированное на Фиг. 1, также имеет на головке сопло клеевого узла (9), которое используется для приклеивания начала армирующего волокна к поверхности, на которую оно должно быть уложено, и, возможно, для прикрепления конца определенной части армирующего волокна. Предпочтительно клеевой узел содержит один или два контейнера (в зависимости от того, используется ли одно- или предпочтительно двухкомпонентный клей, особенно быстросхватывающийся клей) и один или два насоса (например, пульсирующие насосы или эксцентриковые винтовые насосы) соответственно. Если используется двухкомпонентный клей, то перед соплом клеевого узла (9) находится камера смешивания, в частности лабиринтная камера.

В качестве альтернативы, вместо клея может быть использован термопласт. Головка в этом случае будет состоять из нагретого сопла, контейнера с пластиком в виде гранул или катушки с проволокой и привода, который вдавливают проволоку в нагретое сопло.

Дополнительным элементом печатающей головки устройства согласно изобретению может быть сопло, которое наносит бетонный раствор (12). Интеграция сопла с головкой, которой наносят арматуру, может обеспечить полную автоматизацию возведения железобетонных конструкций с использованием одного устройства - в этом случае этапы нанесения слоя бетона и создания арматуры происходят поочередно. Более того, из-за необходимости обеспечения высокой точности манипулятора, на концевой детали (1) которого расположена головка для укладки арматуры, интеграция сопла (12) с головкой, которая наносит арматуру, может обеспечить большую точность процессу нанесения последующих бетонных слоев.

Очевидно, что благодаря большой свободе выполнения формы печатающей головки, а также выбора материалов (армирующие волокна, клей, отвердитель) возможны многие простые модификации головки устройства согласно изобретению. Например, при использовании светоотверждаемых смол, то было бы предпочтительнее поместить светоизлучающий модуль (например, УФ-светодиод) в головке, в месте, которое обеспечило бы эффективное освещение, направленное на укладываемую арматуру.

При необходимости, если укладываемые волокна пропитаны термопластом, головка может иметь дополнительное сопло, которое выдувает сжатый воздух для охлаждения укладываемой арматуры. Может быть предпочтительнее использовать сжатый воздух с дополнительно пониженной температурой, например, применяя вихревую трубку.

Другое возможное решение - в случае, когда волокна пропитаны термореактивным связующим веществом, их можно отвердить, нагревая инфракрасным излучателем, излучателем видимого света, микроволновым излучателем, путем подачи горячего воздуха или с помощью электромагнитного возбуждения вихревыми токами для волокон, проводящих электрический ток.

Чтобы контролировать температуру как термореактивных, термопластичных, так и связующих веществ, отверждаемых в результате химической реакции, (в этом случае правильность и продолжительность процесса отверждения зависят от температуры), процесс нагрева или охлаждения может осуществляться при использовании обратной связи с термографической камерой или бесконтактным датчиком температуры.

В свою очередь, когда дело доходит до выбора наиболее подходящих ингредиентов для различных применений, может оказаться предпочтительным использование соответствующих добавок, снижающих воспламеняемость пластмассы, содержащейся в арматурном стержне (11), например, производные меламина, полифосфат аммония, гидроксид алюминия (обычно смешанный в соотношении 1: 1 с эпоксидной смолой), тетрабромбисфенол А (для эпоксидных смол), оксид сурьмы (III).

Более того, даже несмотря на то, что армирующее волокно, смешанное с отвердителем, было описано и проиллюстрировано на Фиг. 1, можно использовать термопластическое волокно, которое также будет храниться на катушке, но которое затем будет направлено в нагретое сопло и там пластифицируется перед нанесением на армируемую поверхность.

Другим предпочтительным дополнительным модулем головки устройства в соответствии с изобретением является узел, который опрыскивает

укладываемое волокно заполнителем, например стеклянным заполнителем или другим гранулированным материалом. Опрыскивание заполнителем укладываемого волокна, которое еще не затвердело, увеличивает его последующее прилипание к бетону, которым впоследствии предполагается покрыть волокно. Узел, который распыскивает заполнитель, предпочтительно может иметь форму вибрационных конвейеров, хорошо известных из уровня техники, активируемых в нужное время, особенно после того, как пучок арматуры был уложен и после того, как волокно было отрезано отрезным ножом (5). Однако необходимо, чтобы заполнитель был нанесен на армирующее волокно до того, как волокно затвердеет, чтобы оно могло прилипнуть к его поверхности.

Дополнительные предпочтительные элементы устройства согласно изобретению, которые не проиллюстрированы на Фиг. 1, представляют собой компрессоры/каналы, которые подают сжатый воздух, и контейнеры с растворителем (растворителями) вместе с насосами и шлангами подачи. При работе устройства согласно изобретению ни сатуратор (6), ни смесители отвердителя и/или клея не работают непрерывно. Поэтому вещества могут высыхать в сатураторе или смесителях, или даже в шлангах, по которым они протекают. Вот почему предпочтительно устройство дополнительно имеет компрессор (компрессоры) со шлангами, подключенными к местам, которые наиболее подвержены засорению, чтобы периодически их продувать. При необходимости, устройство может иметь узел (узлы), которые дозируют (которые дозируют) растворитель (растворители) для промывки мест, наиболее подверженных засорению.

Процесс очистки элементов головки (как продувкой, так и промывкой растворителем) предпочтительно происходит за пределами места создания армирования (когда манипулятор перемещает головку из рабочей зоны), например чтобы капли растворителя не ослабляли уже созданное армирование.

Благодаря тому, что стержни укладывают в незатвердевшем виде, адгезия между основанием и арматурным стержнем увеличивается по сравнению с традиционными решениями, и, кроме того, достигается свобода

формы арматуры, что позволяет использовать меньше материала при сохранении одинаковых параметров прочности.

Поскольку материал, который играет роль связующего, во время укладки арматурного стержня все еще может находиться в жидкой форме, при этом стержень приклеивается к другим стержням, которые были уложены ранее, и теперь пересекают его. Это решение избавляет от необходимости связывать армирующие волокна, что требует очень много времени в случае применения традиционных арматурных материалов.

Процесс укладки арматуры с использованием устройства в соответствии с изобретением начинается с опускания пучка армирующего волокна до тех пор, пока он не войдет в контакт с армируемым элементом, с использованием приводных роликов (4), а затем прикрепления пучка с использованием небольшого количества быстросхватывающегося клея, нанесенного соплом (9).

После того, как пучок волокна прикреплен к армируемому элементу, волокно захватывается сатуратором (6), и головка перемещается манипулятором, таким образом укладывая пучок пропитанного волокна на поверхность элемента, подвергаемого армированию.

Когда укладка пучка волокна завершена, волокно разрезается отрезным ножом (5), а затем конец уложенного волокна можно дополнительно покрыть клеем из сопла (9).

После того, как арматура была уложена, ее заливают бетоном или покрывают бетоном с помощью сопла устройства, которое строит с использованием инкрементной техники.

Чтобы увеличить степень адгезии арматуры к бетонной смеси, можно нанести способом опрыскивания еще жидкий пропитывающий агент с заполнителем или придать смоле неправильную форму путем локального избыточного пропитывания волокон.

Другой известный способ - это оплетка основного пучка арматуры дополнительными волокнами, при этом полученная на поверхности волокон

спираль увеличивает их сцепление с бетонной смесью. Использование такого дополнительно плетеного армирующего волокна потребовало бы модификации устройства по меньшей мере путем добавления дополнительной катушки для плетеной ткани, направляющих средств и гнезда, в котором плетеная ткань будет контактировать с армирующим волокном, - такая модификация возможна, и для специалиста в данной области техники не составит труда выбрать подходящие элементы из числа уже известных устройств, направляющих и т.п.

Применение устройства в сочетании с методами инкрементного наращивания также позволяет создать вспомогательную конструкцию, которая проиллюстрирована на Фиг. 2. На поверхности бетонной конструкции (21) были созданы бетонные выступы (22), вокруг которых обернуто уложенное волокно, таким образом, создавая арматурный стержень (24) со сложной конфигурацией, который практически невозможно легко изготовить с использованием металлических арматурных стержней традиционного вида. Однако благодаря устройству в соответствии с изобретением можно создать такую конструкцию, и что важно, с использованием одного непрерывного армирующего волокна (один цикл прикрепления волокна, его укладки, резки и возможно приклеивания конца волокна).

Направленные изменения в армирующие и натяжные волокна можно внести с помощью штифтов, размещенных в конструкции. Штифты могут быть размещены с помощью специальной головки и могут быть изготовлены, например, из металла, пластика, бетона или газобетона. Их также можно изготавливать на месте с помощью машины, например из бетонной смеси, или из пены различных видов.

В случае предварительного натяжения волокна может потребоваться использование сатуратора повышенной производительности (поскольку в данном случае это последний элемент, из которого волокно выходит на армируемую поверхность, поэтому оно также будет являться элементом, несущим наибольшую нагрузку) или использовать дополнительный элемент, такой как неподвижное кольцо, которое будет натягивать волокно во время создания предварительно натянутых шаблонов армирования.

Также можно получить пространственную конструкцию арматуры, изготавливая бетонные надстройки, проиллюстрированные на Фиг. 3, на поверхности которых уложена арматура.

В представленном примере в полной мере используются возможности точного создания бетонных конструкций с помощью инкрементных технологий и свободной укладки арматуры с помощью устройства в соответствии с изобретением. Прежде всего, на ранее изготовленное бетонное основание (30) укладывают первый (обычно плоский) слой армирующих волокон, таким образом образуя первый слой армирования (33). Затем, например, с использованием сопла (12) создают вспомогательные стойки (31), таким образом покрывающие часть первого слоя армирования (33). Когда вспомогательные стойки (31) высохнут/отвердеют в достаточной степени, укладывают второй слой армирования (35), который теперь представляет собой пространственную конструкцию, волокна этого слоя укладывают на бетонное основание (30), где (по меньшей мере местами) они приклеиваются к первому слою армирования (33), а в местах, где есть вспомогательные стойки (31), на их поверхность укладываются волокна слоя 35 (накладываются на стены, проходя дальше по их поверхности снова спускаются с другой стороны к основанию (30)). При необходимости, на пересечениях они могут быть дополнительно связаны друг с другом, например с помощью клеевых соединений (34). После создания второго слоя армирования (35) основание (30) вместе со стойками (31) заливают следующим слоем бетона, который достигает примерно верхнего конца стоек (31) (так, чтобы по меньшей мере часть второго слоя армирования (35) выступала над уровнем заполнения (32)). На этом этапе можно уложить третий слой армирования (36), прикрепленный ко второму слою армирования (35) соединениями (34) в точках контакта со вторым слоем арматуры. Таким образом достигается арматурная конструкция, в которой нижний слой армирования (первый слой 33) постоянно соединен с верхним слоем армирования (36) через промежуточный слой армирования (второй слой 35) с использованием соединений (34).

Есть много других возможных способов создания трехмерных арматурных конструкций, например, изменяя порядок описанной выше схемы и создавая сначала третий слой армирования (36) перед заполнением пустого пространства заливкой (32). Таким образом, волокна третьего слоя

армирования (36) должны быть сначала прикреплены (например) к одной из стоек (31), а затем они должны быть пропущены в растянутом состоянии по пути к следующей стойке (31), где они будут связаны с волокнами (которые там уже находятся) с помощью соединения (34) и так далее. Предпочтительно максимальное расстояние между последовательными стойками (31), на которых предполагается подвешивать армирующее волокно, составляет менее 1 м.

Предпочтительными материалами для укладки арматуры с использованием устройства в соответствии с изобретением являются стеклянные, углеродные, базальтовые, арамидные, диолоновые или другие волокна, которые затем могут быть пропитаны пропитывающей смесью, отверждаемой в результате химической реакции, термопластом, светоотверждаемым пластиком или терморезактивным пластиком.

Устройство согласно изобретению было разработано, помимо прочего, для использования в качестве компонента систем автоматического возведения конструкций с использованием аддитивных технологий.

Формула изобретения

1. Устройство для автоматического армирования конструкций, в частности бетонных конструкций, которое имеет:

- манипулятор со средствами точного перемещения в пространстве,
- печатающую головку, расположенную на концевой детали манипулятора,
- блок для хранения армирующего волокна в виде катушки, предпочтительно расположенный на печатающей головке, отличающееся тем, что

блок (2) для хранения армирующего волокна соединен со средствами укладки волокна на поверхности армируемой конструкции, причем указанные средства имеют ведущие ролики (4) и отрезной нож (5).

2. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 1, отличающееся тем, что между блоком (2) для хранения армирующего волокна и ведущими роликами (4) размещены направляющие ролики (3), причем направляющие ролики предпочтительно имеют оси вращения, перпендикулярные осям вращения ведущих роликов (4).

3. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 1 или 2, отличающееся тем, что оно имеет сатуратор (6), расположенный так, что армирующее волокно сначала проходит рядом с отрезным ножом (5), а затем через сатуратор (6), а также устройство содержит два контейнера со смолой и отвердителем (7), соединенные с камерой смешивания отвердителя и узлом (8) насосов, при этом выпускное отверстие камеры смешивания отвердителя направлено в сторону сатуратора (6).

4. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 1, 2 или 3, отличающееся тем, что оно имеет резервуар для клея, насос для клея и сопло клеевого узла (9), при этом сопло клеевого узла (9) предпочтительно обращено в том же направлении, что и выпускное отверстие сатуратора (6).

5. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 1, 2, 3 или 4, отличающееся тем, что на концевой детали манипулятора имеется сопло, наносящее бетонный раствор (12).

6. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 3 или 4, отличающееся тем, что оно имеет средства для очистки камеры смешивания отвердителя и узла (8) насосов и/или сопла клеевого узла (9), предпочтительно продувкой или промывкой.

7. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 3, 4, 5 или 6, отличающееся тем, что оно имеет светоизлучающий модуль, который предпочтительно направлен в сторону выпускного отверстия армирующего волокна из сатуратора (6).

8. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 3, 4, 5, 6 или 7, отличающееся тем, что оно имеет узел, который опрыскивает укладываемую арматуру заполнителем, предпочтительно включающий в себя вибрационный конвейер.

9. Устройство для автоматического армирования конструкций по п. 5, 6, 7 или 8, отличающееся тем, что сопло для нанесения бетонного раствора размещено на расстоянии от средств укладки волокна на поверхность армируемой конструкции, и это сопло выполнено таким образом, что точка выхода армирующего волокна из средств укладки волокна на поверхность армируемой конструкции полностью находится за пределами выпускного отверстия сопла, которое наносит бетонный раствор (12).

10. Способ автоматического армирования конструкций, отличающийся тем, что с использованием устройства дистанционного управления выполняют следующие этапы:

- а) использованием пучка армирующего волокна до его приведения в контакт с поверхностью армируемого элемента;
- б) прикрепление пучка армирующего волокна (в частности, его конца) к поверхности армируемого элемента нанесением небольшого количества клея, предпочтительно быстросхватывающегося клея;
- с) захват пучка армирующего волокна сатуратором;
- д) начало подачи отверждающейся смеси в сатуратор;
- е) перемещение печатающей головки с размещением пропитанного армирующего волокна на армируемой поверхности;

f) резку армирующего волокна.

11. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10, реализуемый с использованием устройства по любому из пп. 4-9, отличающийся тем, что следующие этапы выполняют с использованием устройства с дистанционным управлением:

- a) опускание пучка армирующего волокна, размотанный от блока (2) для хранения, до приведения в контакт с поверхностью армируемого элемента;
- b) прикрепление пучка армирующего волокна (в частности, его конца) к поверхности армируемого элемента нанесением с использованием сопла клеевого узла (9) небольшого количества клея, предпочтительно быстросхватывающегося клея;
- c) захват пучка армирующего волокна сатуратором (6);
- d) начало подачи отверждающейся смеси из контейнеров со смолой и отвердителем (7) в сатуратор (6) с использованием камеры смешивания отвердителя и узла (8) насосов;
- e) перемещение печатающей головки, установленной на концевой детали (1) манипулятора, с размещением пропитанного армирующего волокна на армируемой поверхности;
- f) резку армирующего волокна отрезным ножом (5).

12. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10 или 11, отличающийся тем, что после резки армирующего волокна в соответствии с этапом f) выполняют следующий этап:

- g) покрытие конца армирующего волокна клеем, в частности клеем, нанесенным через сопло (9).

13. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10, 11 или 12, отличающийся тем, что при укладке пропитанного армирующего волокна в соответствии с этапом e) покрытое смолой армирующее волокно, необходимое для укладки на поверхности армируемого элемента, опрыскивают наполнителем.

14. Способ автоматического армирования конструкций по п.10, 11, 12 или 13, отличающийся тем, что смола сформована с получением неправильных форм с локальным избыточным пропитыванием армирующих волокон.

15. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10, 11, 12, 13 или 14, отличающийся тем, что в случае использования светоотверждаемых смол на этапе е) и/или после резки армирующего волокна в соответствии с этапом ф) уложенное армирующее волокно подвергают воздействию света, в частности УФ-света.

16. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10, 11, 12, 13, 14 или 15, отличающийся тем, что перед началом армирования поверхности элемента на этой поверхности создают выступы (22), в частности посредством предварительного формования указанных выступов (22) из бетона и/или установка штифтов на эту поверхность, в частности изготовленных из металла, пластика, бетона или газобетона, причем на этапе е) армирующее волокно укладывают на армируемую поверхность вокруг по меньшей мере некоторых из выступов (22).

17. Способ автоматического армирования конструкций по п. 10, 11, 12, 13, 14 или 15, отличающийся тем, что

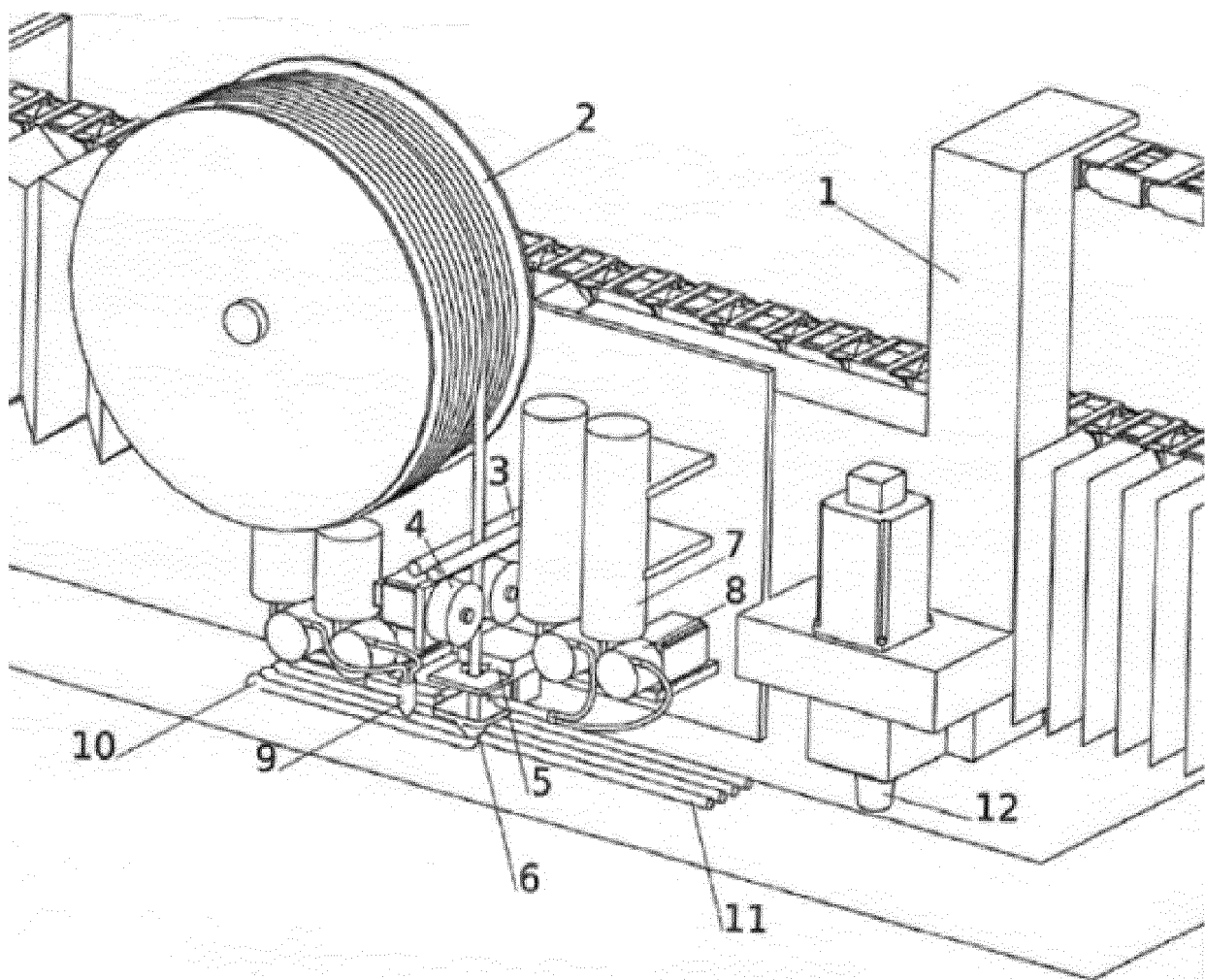
после того как этапы а) - ф) и, возможно, г) были выполнены один раз или несколько раз, и после создания первого слоя арматуры (33) на поверхности бетонного основания, формируют вспомогательные стойки (31),

после чего снова выполняют этапы а) - ф) и, возможно, г) способа, во время которых укладывают второй слой арматуры (35), армирующие волокна которого проходят как по поверхности бетонного основания (30), так и по поверхности вспомогательных стоек (31), а также создают клеевые соединения (34) между армирующими волокнами первого слоя армирования (33) и армирующими волокнами второго слоя армирования (35).

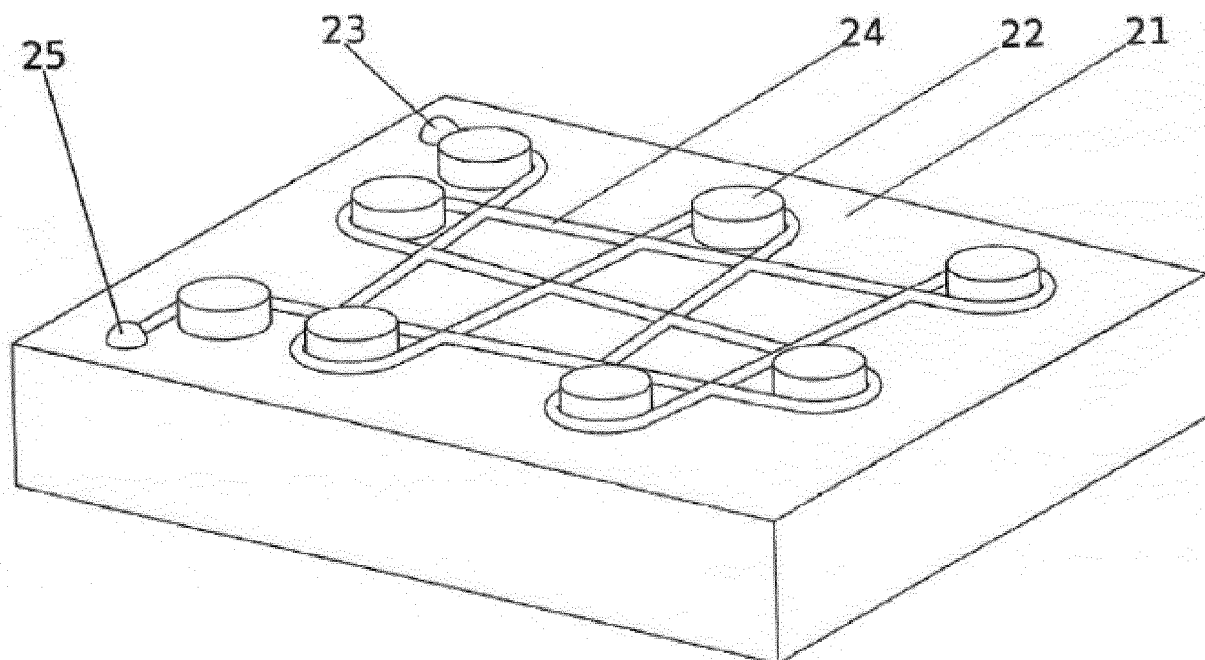
18. Способ автоматического армирования конструкций по п. 17, отличающийся тем, что после укладки второго слоя армирования (35) этапы от а) до ф) и, возможно, этап г) способа выполняют снова, во время которых третий слой армирования (36) укладывают поверх вспомогательных стоек (31), при этом в местах пересечения армирующих волокон второго слоя армирования (35) и третьего слоя армирования (36) создают клеевые соединения (34).

19. Способ автоматического армирования конструкций по п. 17, отличающийся тем, что после укладки второго армирующего слоя (35) на армируемую поверхность заливают слой бетона до верхнего уровня вспомогательных стоек (31).

Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

