



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B66C 23/62 (2021.08); B33Y 80/00 (2021.08); B32B 15/00 (2021.08); E02F 9/08 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2019143396, 30.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.05.2018

Дата регистрации:
14.01.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.05.2017 DE 20 2017 103 274.4;
06.07.2017 DE 20 2017 104 032.1

(43) Дата публикации заявки: 30.06.2021 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 14.01.2022 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 31.12.2019

(86) Заявка РСТ:
EP 2018/064153 (30.05.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/219993 (06.12.2018)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

МАЙЕР, Йоахим (DE)

(73) Патентообладатель(и):

ЛИБХЕРР-ВЕРК БИБЕРАХ ГМБХ (DE)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2013078919 A1, 06.06.2013. EP
2039498 A2, 25.03.2009. DE 202017000487 U1,
17.03.2017. RU 2018106514 A, 28.08.2019.

(54) НЕСУЩАЯ КОНСТРУКЦИЯ ДЛЯ КРАНА И ПОДОБНЫХ РАБОЧИХ МАШИН, А ТАКЖЕ
КРАН С ТАКОЙ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к несущей конструкции крана, грузоподъемного устройства, оборудования для перегрузки сырья и материалов по меньшей мере с одной поперечиной несущей конструкции. Изобретение также относится к такой рабочей машине с такой несущей конструкцией. Согласно первому аспекту предлагается в качестве армирования не наваривать или привинчивать к элементам несущей конструкции отдельные утолщающие

пластины или отдельные монтажные проушины, а снабжать поперечины несущей конструкции в нужной, высоконагруженной области выполненными едиными в виде одного целого, бесшовными упрочняющими слоями, чтобы там плавно и гармонично достигать органично нарастающего повышения толщины стенок и/или поперечного сечения. Эти упрочняющие слои формируются способом 3D-печати. Изобретение обеспечивает улучшенное согласование между

структурой конструкционной детали и
возникающей в условиях эксплуатации нагрузкой,
чтобы при надежно достигаемой прочности

обеспечивать создание более легкой конструкции.
3 н. и 13 з.п. ф-лы, 9 ил.

R U 2 7 6 4 1 8 3 C 2

R U 2 7 6 4 1 8 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B66C 23/62 (2021.08); **B33Y 80/00** (2021.08); **B32B 15/00** (2021.08); **E02F 9/08** (2021.08)(21)(22) Application: **2019143396, 30.05.2018**(24) Effective date for property rights:
30.05.2018Registration date:
14.01.2022

Priority:

(30) Convention priority:
31.05.2017 DE 20 2017 103 274.4;
06.07.2017 DE 20 2017 104 032.1(43) Application published: **30.06.2021 Bull. № 19**(45) Date of publication: **14.01.2022 Bull. № 2**(85) Commencement of national phase: **31.12.2019**(86) PCT application:
EP 2018/064153 (30.05.2018)(87) PCT publication:
WO 2018/219993 (06.12.2018)Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

MAYER, Joachim (DE)

(73) Proprietor(s):

LIEBHERR-WERK BIBERACH GMBH (DE)(54) **SUPPORTING STRUCTURE FOR CRANE AND SIMILAR WORKING MACHINES, AS WELL AS CRANE WITH SUCH A SUPPORTING STRUCTURE**

(57) Abstract:

FIELD: working machines.

SUBSTANCE: invention relates to a supporting structure of a crane, a lifting device, equipment for reloading raw materials and materials with at least one crossbar of the supporting structure. The invention also relates to such a working machine with such a supporting structure. According to the first aspect, it is proposed not to weld or screw separate thickening plates or separate mounting eyelets to elements of the supporting structure as reinforcement, but to supply crossbars of the supporting structure in the desired,

highly loaded area with seamless reinforcing layers made as a single whole, so that smoothly and harmoniously achieve an organically growing increase in wall thickness and/or cross-section. These reinforcing layers are formed by 3D printing.

EFFECT: invention provides an improved coordination between the structure of the structural part and the load arising under operating conditions, so that, with reliably achieved strength, a lighter structure can be created.

16 cl, 9 dwg

Настоящее изобретение относится к несущей конструкции крана, грузоподъемного устройства, оборудования для перегрузки сырья и материалов, или подобной рабочей машины, по меньшей мере с одной удлиненной поперечиной несущей конструкции. Изобретение также относится к такой рабочей машине с такой несущей конструкцией.

5 Высоконагруженные несущие конструкции рабочих машин, таких как краны, для которых большое значение имеет собственный вес, до сих пор часто могут лишь относительно удовлетворять противоречивым требованиям в отношении легковесной конструкции, с одной стороны, и достаточной, надежной в плане безопасности прочности, с другой стороны. Поскольку являющаяся условием безопасности прочность
10 имеет высший приоритет, конструкционные детали несущей конструкции по соображениям безопасности рассчитываются на самые высокие нагрузки, что на менее нагруженных участках несущей конструкции регулярно приводит к расчетам с повышенным запасом прочности и тем самым к увеличенному весу конструкционных деталей. В частности, часто бывает так, что решающая для конструктивного исполнения
15 деталей максимальная нагрузка возникает только на определенных участках несущей конструкции, тогда как на других участках несущей конструкции действуют явственно меньшие силы и, соответственно, напряжения.

На этих менее сильно нагруженных участках несущей конструкции элементы несущей конструкции могут быть выполнены более легкими, без ущерба прочности и,
20 соответственно, безопасности. Правда, такое выборочное на отдельных участках различное определение размеров является технологически трудно осуществимым, в особенности, когда несущая конструкция должна быть изготовлена с учетом необходимой прочности при одновременно лишь ограниченно выполнимых затратах на материалы из металлических заготовок, в частности, из стали.

25 В случае кранов, таких как башенные поворотные краны или портовые краны, или строительные машины, такие как башенные экскаваторы, в качестве несущей конструкции по большей части осуществлялись решетчатые (фахверковые) конструкции, которые собраны из удлиненных стоек несущей конструкции в форме опорных балок и поперечин решетчатой конструкции. При этом по меньшей мере некоторые из
30 поперечин несущей конструкции могут быть сформированы, по меньшей мере на отдельных участках, в виде полого профиля, чтобы при относительно легковесных профилях достигать высоких значений жесткости при изгибе и сопротивления продольному изгибу, причем, однако, могут находить применение также цельномонолитные поперечины, чтобы достигать более высоких значений прочности.
35 В кранах других типов, например, таких как телескопические краны, в качестве несущей конструкции известны телескопические звенья с относительно большим поперечным сечением, которые могут быть выполнены из прокатанных и соответственно свернутых стальных листов, или обрaмлены ими, и сварены между собой, причем на консоли телескопических звеньев могут быть наварены упрочняющие листы. Подобные
40 поперечины несущей конструкции в форме листовых профилей также известны, например, как дополнительные поперечины выдвижных кронштейнов на самоходном шасси строительных машин, которые чаще всего состоят из удлиненных фасонных балок.

Чтобы по меньшей мере частично достигать согласования поперечного сечения
45 несущих элементов с фактически действующими нагрузками, известно выполнение более сильно нагруженных участков поперечин несущей конструкции с увеличением толщины, например, наваривание упрочняющих листов, приклепывание элементов жесткости, или армирования, такие как привинчивание реек для повышения

сопротивления выпячиванию. Кроме того, на концах поперечин решетчатой конструкции часто навариваются соединительные накладки, чтобы создавать точки болтовых креплений.

Исходя из этого, в основу настоящего изобретения положена задача создания
 5 улучшенной несущей конструкции указанного вначале типа, а также улучшенного крана с такой несущей конструкцией, которые устраняют недостатки уровня техники и благоприятным образом совершенствуют последний. В частности, должно быть достигнуто улучшенное согласование между структурой конструкционной детали и
 10 возникающей в условиях эксплуатации нагрузкой, чтобы при надежно достигаемой прочности обеспечивать создание более легкой конструкции.

Указанная задача решается согласно изобретению посредством несущей конструкции согласно пункту 1 формулы изобретения, рабочей машины согласно пункту 26 формулы изобретения, а также крана с такой несущей конструкцией согласно пункту 28 формулы изобретения. Предпочтительные варианты осуществления изобретения представляют
 15 собой предмет зависимых пунктов формулы изобретения.

Таким образом, согласно первому аспекту предлагается в качестве армирования не наваривать или привинчивать к элементам несущей конструкции отдельные утолщающие пластины или отдельные монтажные проушины, а снабжать поперечины несущей
 20 конструкции в нужной, высоконагруженной области едиными, в виде одного целого бесшовными упрочняющими слоями, чтобы там плавно и гармонично достигать органично нарастающего повышения толщины стенок и/или поперечного сечения. Поперечина несущей конструкции согласно изобретению имеет по меньшей мере один выполненный едино, в виде одного целого, сформированный послойно упрочняющий участок. Этот сформированный наслоением упрочняющий участок может быть
 25 изготовлен, в частности, посредством 3D-печати или, соответственно, стереолитографии, но в принципе также другими способами аддитивного формирования так, что упрочняющие слои в виде одного целого соединяются между собой и с остальным корпусом поперечины несущей конструкции.

В частности, послойно сформированный упрочняющий участок может быть
 30 изготовлен из металлического материала, причем остальной корпус поперечины несущей конструкции также может быть выполнен из такого же или другого металлического материала. Упрочняющий участок может быть выполнен способом 3D-печати, способом стереолитографии или другим способом аддитивного формирования их металлических слоев. При менее нагруженных элементах также могут найти применение слои из
 35 синтетических материалов, причем также может быть предусмотрена слоистая структура с наслоенными различными материалами.

Поперечина несущей конструкции благоприятным образом может быть выполнена, по меньшей мере на отдельных участках, в виде полого профиля, причем по меньшей мере один образованный послойно упрочняющий участок может быть целенаправленно
 40 сформирован на участках, на которых требуется повышенная прочность. Благодаря этому может быть достигнута очень легкая конструкционная деталь, тем не менее с достаточной прочностью с использованием материала. Сформированный послойным нанесением упрочняющий участок при этом может быть образован на внутренней и/или на наружной стороне полого профиля.

Но поперечина несущей конструкции также может быть сформирована, по меньшей мере на отдельных участках, как цельномонолитная поперечина, причем в этом случае сформированный послойным нанесением упрочняющий участок может быть образован с наружной стороны на цельномонолитном участке.

Согласно дополнительному аспекту настоящего изобретения, поперечина несущей конструкции может иметь на отдельных участках или в целом органическое и/или бионическое профилирование, которое может иметь отличающиеся от обычных математических базовых тел, таких как цилиндр, конус или пластина, постепенно изменяющиеся изгибы, и/или постепенно изменяющиеся толщины стенок, и/или постепенно изменяющиеся поперечные сечения. Такие органические и/или бионические контуры поперечины несущей конструкции предпочтительно могут быть выполнены слоистыми, в частности, изготовлены способом 3D-печати, причем посредством такой слоистой конфигурации также могут быть осуществлены несимметричные выпуклости и контуры, а также несимметричные и/или предусмотренные только на отдельных участках утолщения.

В частности, поперечина несущей конструкции, по меньшей мере в области упрочняющего участка, может быть выполнена как элемент произвольной формы с непрерывно и постоянным и, соответственно, плавным гармоничным изменением толщины стенки. Посредством такого профилирования поверхности с произвольной формой внутренних и/или наружных стенок поперечины несущей конструкции при предпочтительно гармоничных плавных переходах контура между различными, многоосно изогнутыми участками поверхности может быть достигнуто превосходное согласование между возникающим на конструкционной детали распределением сил и расчетными нагрузками на деталь, без того, что менее сильно нагруженным областям будут приданы избыточные размеры, и на участках, на которых действуют пиковые нагрузки, будут возникать проблемы с прочностью.

При этом бионическое профилирование поверхности с произвольной формой может относиться к отдельным элементам и, соответственно, поперечинам несущей конструкции, но применимо также ко всей несущей конструкции или по меньшей мере к одному отдельному участку несущей конструкции. Например, решетчатая ферма, например, такая как стрела крана, башня крана или стрела башенного экскаватора, имеет отдельные поперечины решетчатой конструкции, которые в указанной ситуации как поверхности с произвольной формой имеют профилированные внутренние и/или наружные поверхности. Однако альтернативно или дополнительно, также вся стрела и, соответственно, вся несущая конструкция может иметь органическое профилирование поверхности произвольной формы.

В частности, охватывающая решетчатую ферму огибающая поверхность может иметь отличающийся от прежних стрел крана, огибающая поверхность которых по большей части образует квадрат или треугольную призму, если смотреть в продольном направлении, одноосный или многоосный изгиб, и/или изменяющиеся вдоль продольной протяженности стрелы размеры поперечного сечения, причем в различных плоскостях поперечного сечения могут предусматриваться различные траектории изгиба, и размеры поперечного сечения, если смотреть в продольном направлении, могут непрерывно, плавно и тем самым гармонично изменяться. Например, такая стрела решетчатой конструкции, если смотреть в плоскости горизонтального продольного сечения и/или в плоскости вертикального продольного сечения, может иметь гармонический выпуклый контур огибающей поверхности так, что поперечное сечение стрелы гармонично суживается от максимального размера поперечного сечения на срединном участке к обоим концам, причем, по обстоятельствам, если смотреть концевые участки стрелы, также опять может быть сформировано с увеличением поперечного сечения, например, в форме утолщения стрелы так, что наружный огибающий контур стрелы выглядит приблизительно как кость, на концах которой сформировано суставное утолщение.

Альтернативно или дополнительно, башня башенного поворотного крана, которая может быть выполнена как и решетчатая ферма стрелы, может по своему размеру поперечного сечения, сообразно ее нагрузке, в области основания стрелы быть утолщенной, далее вверх до места шарнирного соединения со стрелой опять сужаться, и, по обстоятельствам, непосредственно в области точки шарнирного соединения со стрелой опять иметь утолщение, так, что наружный огибающий контур башни крана также имеет подобное кости органическое профилирование. При этом по обстоятельствам в различных плоскостях сечения может быть предусмотрен по-разному образованный контур сечения огибающей поверхности, причем, например, в вертикальной плоскости продольного сечения стрелы может предусматриваться более резко выраженный выпуклый контур огибающей поверхности, чем в перпендикулярной относительно ее вертикальной плоскости сечения.

Если рассматривать горизонтальные плоскости поперечного сечения башни крана, огибающая решетчатую конструкцию поверхность может быть выполнена, например, овальной или эллиптической, и иметь более длинную главную ось в содержащейся в стреле крана плоскости вертикального сечения. Альтернативно или дополнительно к этому, в плоскостях поперечного сечения на различных высотах башни крана основные оси контура поперечного сечения огибающей поверхности могут по-разному сильно варьировать. Например, поперечная ось поперек проведенной через стрелу вертикальной плоскости, если смотреть по высоте башни, остается по существу неизменной или изменяется лишь очень мало, например, возрастая до середины, тогда как главная ось профиля поперечного сечения параллельно вертикальной плоскости сечения через стрелу по высоте башни может изменяться относительно сильно, например, до середины нарастать и/или сокращаться к конечным участкам.

При этом в зависимости от типа машины и условий нагрузки, могут быть предпочтительными различные профилирования огибающей поверхности.

Но, в частности, в одном усовершенствовании изобретения отдельные участки несущей конструкции, в частности, удлиненные поперечины несущей конструкции, могут иметь особенные профилирования, и/или характеристики изменения толщины стенок, и/или упрочняющие участки. В предпочтительном варианте осуществления изобретения, в частности, упрочняющий участок может быть предусмотрен внутри участка полого профиля элемента несущей конструкции, причем такой упрочняющий участок в полом профиле предпочтительно сформирован воедино со стенкой полого профиля, и/или может быть выполнен в виде слоистой структуры, например, может быть изготовлен способом 3D-печати.

В частности, такой упрочняющий участок может иметь находящуюся внутри полого профиля ячеистую структуру и/или структуру трубчатой кости, причем такая ячеистая структура и/или структура трубчатой кости благоприятным образом изготовлена из металлического материала и может быть сформирована воедино со стенкой полого профиля поперечины несущей конструкции.

Альтернативно или дополнительно, упрочняющий участок может иметь также предпочтительно находящуюся внутри участка полого профиля поперечины несущей конструкции разветвленную структуру с нерегулярно сформированными и/или беспорядочно размещенными разветвленными стяжками. Такое подобное птичьему гнезду разветвление упрочняющих стяжек внутри полого профиля может значительно повышать его прочность на продольный изгиб и сопротивление изгибу, причем разветвленные стяжки предпочтительно могут пролегать в различных направлениях, и/или могут иметь изогнутую, при необходимости также нерегулярную форму контура.

Альтернативно или дополнительно, такие разветвленные стяжки могут иметь вдоль их продольной протяженности также непрерывно, в частности, плавно изменяющийся размер поперечного сечения, например, с утолщением к концам, которыми они сформированы на пологом профиле. При этом разветвленные стяжки могут быть

5 выполнены из цельномонолитных стяжек или даже также как поперечины из полого профиля, причем по обстоятельствам могут быть предусмотрены переменные толщины стенок.

Альтернативно или дополнительно, в качестве упрочняющего участка, предпочтительно внутри участка полого профиля поперечины несущей конструкции,

10 также может быть предусмотрена облачная и/или губчатая структура, в которой образующий упрочняющую структуру материал является нерегулярно продырявленным, как это известно в случае губки или также сыра. Такая облачная и/или губчатая структура предпочтительно может быть сформирована из металлического материала и образована воедино с остальным корпусом поперечины несущей конструкции.

15 Альтернативно или дополнительно, указанная облачная и/или губчатая структура может быть выполнена слоистой.

Альтернативно или дополнительно к размещенным внутри участка полого профиля упрочняющим участкам, поперечина несущей конструкции также может иметь размещенные снаружи упрочняющие участки, которые предпочтительно сформированы

20 едино, в виде одного целого и могут быть выполнены послойным нанесением. Например, на опасных в отношении продольного изгиба местах могут быть сформированы с наружной стороны протяженные в продольном направлении поперечины рейки для повышения сопротивления выпячиванию.

Альтернативно или дополнительно, поперечина несущей конструкции на

25 противолежащих концах может иметь соединительные участки для соединения с дополнительными элементами несущей конструкции, причем поперечина несущей конструкции, по меньшей мере на срединном участке между обоими соединительными участками, предпочтительно может иметь непрерывно и постоянно, в частности, плавно, изменяющийся размер поперечного сечения, и/или непрерывно и постоянно, в частности,

30 плавно, изменяющуюся толщину стенки. Например, поперечина несущей конструкции может в срединном сечении иметь относительно большую или максимальную толщину стенки, которая затем, исходя из срединного сечения, может непрерывно сокращаться к обоим противолежащим концам, причем тогда на концевых участках поперечины несущей конструкции может быть даже предусмотрено утолщение и, соответственно,

35 возрастание толщины стенки, с которым поперечина несущей конструкции плавно и гармонично переходит в усиленные соединительные участки.

Указанные соединительные участки в концевых областях поперечины несущей конструкции, например, могут быть выполнены как цельномонолитные участки, тогда как срединный участок поперечины несущей конструкции может быть сформирован

40 как полый профиль. Таким образом, независимо от положения и/или назначения цельномонолитных участков, поперечина несущей конструкции может предпочтительно отличаться комбинацией полого профиля и цельномонолитных участков.

Если несущая конструкция образует решетчатую конфигурацию, и указанная поперечина несущей конструкции создает поперечину решетчатой конструкции в форме

45 опорной балки или поперечины решетчатой конструкции, то в предпочтительном варианте осуществления изобретения может быть предусмотрено, что указанная поперечина решетчатой конструкции соединена едино, в виде одного целого и бесшовно с дополнительными поперечинами решетчатой конструкции. Таким образом,

поперечины решетчатой конструкции не свинчиваются или не свариваются друг с другом, а имеют однородный в отношении материала переход так, что следующая поперечина, так сказать, вырастает из базовой поперечины.

Альтернативно или дополнительно к частично различающимся и/или непрерывно варьирующим толщинам стенок, размерам поперечного сечения и, соответственно, количеству слоев, поперечина несущей конструкции в варианте осуществления изобретения может также иметь частично различающиеся характеристики материалов, в частности, быть сформированной на различных участках поперечины из различных материалов и/или материалов с различными характеристиками, чтобы достигать на различных участках поперечины различных свойств конструкционных деталей. В частности, различные слои могут состоять из различных слоев, и/или из материалов с различными прочностями, и/или из материалов с различными свойствами. Например, в высоконагруженной области поперечины может быть предусмотрен слой из материала с более высокой прочностью, и в менее нагруженной области поперечины применяется слой из материала со сравнительно более низкой прочностью.

Но альтернативно или дополнительно, отдельные слои также могут быть сформированы частично различными, в частности, из различных материалов, и/или однотипных материалов, но с различными свойствами материалов. Например, кольцеобразный слой материала в первом секторе может быть сформирован из материала с более высокой прочностью, и во втором, например, противолежащем секторе кольцеобразного слоя из материала с относительно меньшей прочностью. Если рассматривается линейный слой материала, например, пролегающий в продольном направлении поперечины слой материала, то этот слой материала, например, на одном концевом участке может состоять из иного материала, нежели на противолежащем концевом участке, или срединный участок может быть образован из менее прочного материала, тогда как тот же слой на его концевых участках состоит из более прочного материала.

Но альтернативно или дополнительно к применению частично различающихся по прочности материалов, также могут частично варьировать другие свойства материалов, например, более коррозионностойкие слои, и/или более мягкие, податливые, и/или более эластичные слои, с одной стороны, и слои из более твердых, менее эластичных и/или более жестких материалов, с другой стороны. Здесь также свойства материалов могут варьировать от слоя к слою, но различные материалы также могут быть предусмотрены внутри одного и того же слоя.

Материалы с частично различающимися свойствами и, соответственно, участки поперечин с такими различными свойствами материалов, предпочтительно формируются воедино друг с другом и/или неразъемно соединяются между собой.

Далее изобретение более подробно разъясняется посредством предпочтительных примеров осуществления и сопроводительных чертежей. Как показано в чертежах:

Фиг. 1 представляет схематический вид сбоку башенного поворотного крана с органически сформированной несущей конструкцией, включающей решетчатую башню и решетчатую стрелу со поперечинами несущей конструкции в бионическом профилировании.

Фиг. 2 представляет поперечину несущей конструкции согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения в форме подвижной балки тельфера для крана из Фиг. 1, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи балки тельфера, и местный вид (b) представляет перспективное изображение в разрезе балки тельфера, который показывает предусмотренные внутри балки тельфера упрочняющие

структуры,

Фиг. 3 представляет перспективный местный вид поперечины несущей конструкции, которая имеет полый профиль и сформированную на нем шарнирную проушину, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, и местный вид (b) показывает изображение в продольном разрезе для представления внутренности,

Фиг. 4 представляет перспективный местный вид поперечины несущей конструкции с оконечностью для болтового соединения, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, и местный вид (b) показывает перспективный вид в разрезе для разъяснения изменяющихся толщин стенки,

Фиг. 5 представляет перспективное изображение поперечины несущей конструкции в форме работающего на сжатие бруса, размер поперечного сечения которого от максимального диаметра в середине бруса сужается к концам, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, и местный вид (b) показывает частичный вид в разрезе для разъяснения полого профиля,

Фиг. 6 представляет перспективное изображение поперечины несущей конструкции в форме работающего на сжатие бруса со сформированными на концах бруса крепежными фланцами, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, и местный вид (b) показывает частичный вид в разрезе для представления предусмотренных внутри полого профиля ребер жесткости и сформированного как цельномонолитного в сечении крепежного фланца,

Фиг. 7 представляет перспективное изображение поперечины несущей конструкции в форме фланцевого элемента с обоймой для резьбового соединения, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, и местный вид (b) показывает вид в разрезе для разъяснения порядка изменения толщины стенки,

Фиг. 8 представляет фрагментарное изображение узловой точки между многочисленными решетчатыми поперечинами несущей конструкции крана из Фиг. 1, причем местный вид (a) показывает перспективный вид снаружи, местный вид (b) показывает вид в продольном разрезе для представления ячеистой структуры жесткости внутри поперечины решетчатой конструкции, местный вид (c) показывает вид сбоку, местный вид (d) показывает вид в поперечном разрезе, местный вид (e) показывает фрагментарный увеличенный вид в разрезе ячеистой структуры, местный вид (f) показывает структуру в виде трубчатой кости, и местный вид (g) показывает разветвленную структуру, и

Фиг. 9 представляет перспективное изображение узловой точки решетчатой несущей конструкции крана из Фиг. 1, в которой толщины стенок полого профиля в области места присоединения поперечин решетчатой конструкции частично увеличиваются, причем местный вид (a) показывает вид снаружи, местный вид (b) показывает вид в разрезе для разъяснения утолщения толщин стенок в области места соединения, местный вид (c) показывает вид сбоку, и местный вид (d) показывает вид в поперечном разрезе.

Как показывает Фиг. 1, соответствующая изобретению несущая конструкция 8 может образовывать собой часть крана 1 и его стрелы 3 и - при варианте исполнения крана как башенного поворотного крана - его башню. Однако следует указать на то, что несущая конструкция также может составлять часть других сравнимых рабочих машин с высоконагруженными конструкциями, причем такие другие рабочие машины, например, могут представлять собой башенный экскаватор, направляющую стрелу копра, грузоподъемное устройство, например, такое как колесный погрузчик, или устройство для перегрузки сырья и материалов, например, такое как ленточный отвалообразователь, или строительную машину.

Кроме того, как разъясняется в Фиг. 1, несущая конструкция 8 может быть выполнена как решетчатая конструкция или решетчатая опора, причем, однако, несущая конструкция может включать другие компоненты несущей конструкции, например, такие как опорная нога 7 крана.

5 Как показано в Фиг. 1, кран 1 может быть выполнен как башенный поворотный кран, который включает протяженную вертикально башню 2, которая несет приблизительно горизонтально протяженную стрелу 3 и, по обстоятельствам, противоконсоль. От приблизительно горизонтально протяженной стрелы 3 может опускаться подъемный канат 5, который несет грузовой крюк 6, причем подъемный
10 канат 5 может отходить от тельфера 4, который может перемещаться вдоль стрелы 3.

Несущая конструкция 8 в форме башни 2 и/или стрелы 3 может в целом рассматриваться как имеющая органическое и/или бионическое профилирование. Например, охватывающая башню 2 огибающая поверхность и/или охватывающая стрелу 3 огибающая поверхность 16, в отличие от прежних традиционных огибающих
15 башню и/или стрелу поверхностей, может иметь изогнутое наружное профилирование, которое, если смотреть в данном продольном направлении, может иметь дугообразный изгиб. Например, башня 2 и, соответственно, ее огибающая поверхность 16 имеют слегка грушевидное или слегка бочкообразное наружное профилирование. Огибающая поверхность 16 стрелы 3 может иметь плоскую нижнюю поверхность, вдоль которой
20 может перемещаться тельфер 4, а также дугообразно изогнутую заднюю сторону, сравни Фиг. 1. Поперечное сечение огибающей поверхности 16 башни 2 и/или стрелы 3 при этом может варьировать в отношении формы и размеров, как это подробнее разъяснялось вначале. Например, огибающая поверхность 16 башни 2 у ее основания и/или ее плеча в поперечном сечении может быть скорее более круглой, тогда как на
25 срединном участке башни огибающая поверхность 16 может иметь более эллиптическое или овальное профилирование поперечного сечения.

Альтернативно или дополнительно к такой органической огибающей поверхности, несущая конструкция 8 также может включать органически и/или бионически профилированные поперечины 9 несущей конструкции в форме опорных балок и/или
30 поперечных раскосов, которые в принципе могут иметь прямые продольные протяженности, однако также изогнутые контуры продольной оси, причем указанные поперечины 9 несущей конструкции также могут быть многоосно изогнутыми и/или, если смотреть вдоль их продольной протяженности, могут иметь многократно изменяющиеся радиусы кривизны и/или постепенно изменяющиеся радиусы кривизны.

35 Как более подробно показано в Фигурах 2-9, поперечины 9 несущей конструкции в несущей конструкции 8 имеют частично различающиеся и, соответственно, варьирующие толщины стенок, размеры поперечного сечения или характеристики материалов, чтобы данная деталь несущей конструкции была по возможности оптимально приспособлена к данной нагрузке и обусловленному этим распределению сил и напряжений. В
40 частности, части несущей конструкции могут иметь частичные упрочняющие участки 11, которые могут быть выполнены послойным нанесением, могут быть сформированы в виде одного целого, бесшовными и плоскими на остальном корпусе элемента несущей конструкции.

Но независимо от локально варьирующих, в частности, органически
45 профилированных геометрических форм поперечин и/или слоев, также могут существовать частично различные свойства материалов, в частности, размещенные материалы с локально повышенной прочностью, и/или с локально повышенной коррозионной стойкостью, и/или с локально варьирующими характеристиками

упругости, и/или характеристиками эластичности. Например, это может быть достигнуто посредством слоев из различных материалов, или также слоев из хотя и однотипных материалов, но с различными свойствами материалов - например, в результате различных условий выплавки, или температур плавления, или температур или интенсивностей, и/или длительности струйной обработки. Но альтернативно или дополнительно также могут найти применение различные материалы внутри одного и того же напечатанного слоя, например, может применяться более твердый материал на одном участке того же слоя и более мягкий материал на другом участке слоя.

В частности, могут быть осуществлены следующие локальные согласования характеристик материалов и/или материалов в процессе печати:

- материалы с более высокой прочностью на внутренних поверхностях отверстий, чтобы они могли воспринимать высокие контактные напряжения (напряжения на стенках отверстий), и тем не менее обеспечивая вязкость окружающего материала;
- материалы с более высокой прочностью во всех проушинах для болтовых соединений, чтобы выдерживать по возможности компактную геометрию проушин;
- создание коррозионностойких поверхностей, например, в высверленных отверстиях, которые не могут быть защищены предотвращающим коррозию наложением (покрытием), в частности, когда имеет место движение с переменной нагрузкой между соединительными элементами;
- создание коррозионностойких поверхностей в областях, где происходят перемещения конструкционных деталей, но поверхности не могут быть экономично сделаны коррозионностойкими посредством других мер (например, подшипников скольжения);
- создание коррозионностойких поверхностей в областях, где движутся ходовые колеса, и альтернативные средства защиты от коррозии являются дорогостоящими или недолговечными;
- создание менее прочных, но более эластичных областей в местах, где имеет место скачкообразное изменение поперечного сечения, и вследствие этого возникающая концентрация напряжений в надрезе снижает эксплуатационную прочность детали;
- создание поверхностей с различной прочностью только там, где это требуется, например, на дорожке движения роликов на элементах стрелы, по которым перемещается тельфер.

Но альтернативно или дополнительно к таким частично различным свойствам материалов, локально варьирующие свойства поперечин также могут быть достигнуты тем, что локально изменяется число, и/или протяженность, и/или геометрия слоев материалов, и/или варьируют геометрические формы поперечин в поперечном сечении, и/или в продольном сечении, в частности, органически и/или непрерывно варьируют.

Например, Фиг. 2 показывает элемент 9 несущей конструкции тельфера 4 крана 1 из Фиг. 1, причем указанный элемент 9 несущей конструкции, если смотреть в целом, имеет приблизительно U-образное профилирование. Элемент 9 несущей конструкции при этом может, по меньшей мере на отдельных участках, выполнен как полый профиль 10. В особенно сильно нагруженных переходных участках и, соответственно, участках разматывания между коленами, а также в центральной области среднего звена, внутри полого профиля 10 могут быть сформированы упрочняющие участки 11, которые, например, могут быть образованы в форме ребер жесткости и/или в форме трубчатого профиля. Элемент 9 несущей конструкции тельфера 4 благоприятным образом может быть изготовлен способом 3D-печати из металлического материала так, что упрочняющие участки 11 создаются внутри полого профиля 10 послойным нанесением.

Как показано в Фиг. 3, поперечина 9 несущей конструкции также может иметь

приблизительно прямолинейную продольную протяженность, и по меньшей мере на одном конце иметь соединительный участок 15 для соединения с другими элементами несущей конструкции. Такой соединительный участок 15, например, может быть выполнен в форме отформованной проушины для болтового соединения или фланцевой петли, причем указанное соединительное средство 15 может быть сформировано воедино без шва с полым профилем 10 элемента несущей конструкции. Как разъясняется в Фиг. 3, элемент несущей конструкции может включать как участок полого профиля, так и цельномонолитный участок, причем переходы между цельномонолитным участком и участком полого профиля предпочтительно выполнены гармоничными и плавными, в частности, посредством скругленного перехода стенки полого профиля в цельномонолитный участок.

В области указанного упрочняющего участка 11, который может образовывать цельномонолитный участок, могут быть сформированы слои из более прочного материала, чтобы специально в области соединительного средства обеспечить высокую прочность.

Как показывает Фиг. 4, поперечина 9 несущей конструкции может иметь не только круглый или скругленный профиль поперечного сечения, но также полый профиль 10 с угловатым и/или многоугольным поперечным сечением.

Стенка полого профиля 10 плавно переходит к соединительному участку 15 в цельномонолитный участок указанного соединительного участка 15. В частности, упрочняющий участок 13 может включать утолщение 14 толщины стенки, которое, если смотреть в поперечном сечении может простирается по всему охвату полого профиля 10, но также только в сегментах поперечного сечения, как это показано в Фиг. 4.

Поперечина 9 несущей конструкции, если смотреть вдоль ее продольного направления, предпочтительно может иметь также варьирующее поперечное сечение, причем, в частности, на срединном участке 9m поперечина 9 несущей конструкции может быть предусмотрено наибольшее или максимальное поперечное сечение, которое уменьшается и, соответственно, сводится к минимуму к концам поперечины 9 несущей конструкции. Тем самым на срединном участке 9m может достигаться более высокая прочность на изгиб и, соответственно, сопротивление выпячиванию, что, в частности, является благоприятным при применении поперечины 9 несущей конструкции в качестве работающего на сжатие бруса. Если поперечина 9 несущей конструкции воспринимает изгибающую нагрузку, благодаря такому увеличенному размеру поперечного сечения середины поперечины также там могут лучше восприниматься высокие изгибные напряжения.

Альтернативно или дополнительно к такому изменению диаметра, элемент несущей конструкции также может иметь переменную по длине толщину стенки, как это разъясняется в местном виде (d), который одновременно показывает, что поперечина 9 несущей конструкции может быть выполнена как полый профиль 10. В частности, толщина стенки участка полого профиля может увеличиваться к середине поперечины и/или уменьшаться к концам поперечины, причем при необходимости на концах поперечины даже может быть предусмотрено новое увеличение толщины стенки, чтобы лучше воспринимать возникающие там силы, и/или обеспечивать упрочненное соединительное средство.

Как показывает Фиг. 6, непосредственно на концевых участках поперечины 9 несущей конструкции также могут быть сформированы соединительные участки 15, например, в форме соединительных фланцев, причем указанные соединительные участки 15 могут

быть выполнены в форме торцевых фланцев как цельномонолитный корпус, тогда как корпус поперечины в остальном может быть сформирован как полый профиль 10.

Независимо от этого, на участке полого профиля 10 элемента 9 несущей конструкции могут быть предусмотрены размещенные внутри упрочняющие участки 11 в форме поперечных элементов жесткости, сравни Фиг. 8, там местный вид (b).

Как показывает Фиг. 7, поперечина 9 несущей конструкции также может включать выполненный интегрально, в виде единой детали и без швов сформированный участок 18 для болтового соединения, который также образован вышеуказанным путем послойного нанесения, в частности, может быть изготовлен способом 3D-печати.

Резьбовой участок 18 при этом может быть выполнен в виде наружной резьбы и/или в виде внутренней резьбы.

Как показывает Фиг. 8, на фахверковых узлах решетчатой конструкции 8 могут быть соединены друг с другом многочисленные поперечины 9 несущей конструкции, например, в форме опорной балки и многих поперечных стяжек, причем предпочтительно указанные многочисленные поперечины 9 несущей конструкции могут быть соединены интегрально в виде единой детали, однородными по материалу и без швов, например, изготовлением узловой точки и соответствующих участков поперечин способом 3D-печати.

Соединенные между собой поперечины 9 несущей конструкции при этом могут быть, по меньшей мере частично, и/или по меньшей мере на отдельных участках, сформированы как полый профиль 10.

Альтернативно или дополнительно, указанные поперечины 9 несущей конструкции в области узловой точки могут быть усилены упрочняющим участком 11, каковой упрочняющий участок 11 благоприятным образом может быть размещен внутри полого профиля 10.

Как показывает Фиг. 8, там местный вид (e), упрочняющий участок 11 при этом может включать ячеистую структуру 13, которая при легкой конфигурации может обеспечивать значительное повышение прочности.

Альтернативно или дополнительно к такой ячеистой структуре 13, упрочняющий участок 11 также может включать структуру 17 в виде трубчатой кости, в которой многочисленные трубки являются протяженными рядом друг с другом, и могут быть соединены в виде одного целого, сравни местный вид (f) в Фиг. 8.

Альтернативно или дополнительно, упрочняющий участок 11 также может включать разветвленную структуру 13, при которой многочисленные разветвленные поперечины пролегают в различных, трехмерно ориентированных продольных направлениях, и образуют упрочняющую структуру в виде птичьего гнезда. Разветвленные поперечины разветвленной структуры 13 при этом могут иметь прямолинейную или изогнутую и, соответственно, дугообразную продольную протяженность, причем разветвленные поперечины предпочтительно соединены между собой в виде одного целого, сравни местный вид (g) в Фиг. 8.

Как показывает Фиг. 9, упрочняющий участок 11, альтернативно или дополнительно к таким размещенным внутри структурам, также может включать утолщения 14 стенок, в частности, в области соединения между собой многих фахверковых поперечин 9. В частности, полый профиль в области узловой точки может иметь между различными поперечинами 9 несущей конструкции утолщение 14 толщины стенки, которое может иметь плавный, в частности, постепенный переход к стенкам со сравнительно меньшей толщиной примыкающих участков поперечин.

(57) Формула изобретения

1. Несущая конструкция крана, грузоподъемного устройства, оборудования для перегрузки сырья и материалов или подобной рабочей машины, причем несущая конструкция, по меньшей мере, на отдельных участках выполнена как решетчатая конструкция, опорные балки и поперечные распорки которой образованы поперечинами (9) несущей конструкции, которые, по меньшей мере, на отдельных участках выполнены в виде полого профиля и соединены друг с другом в узловых точках решетчатой конструкции, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из узловых точек решетчатой конструкции послойно образована из металлического материала и несколько поперечин решетчатой конструкции соединены друг с другом в виде единого одного целого и без швов, причем по меньшей мере одна из продольных поперечин (9) несущей конструкции в области узловой точки имеет сформированный в виде единого одного целого, образованный послойно из металлического материала упрочняющий участок (11) в форме утолщения (14) толщины стенки и/или поперечного сечения, который имеет плавный бесшовный переход к соседнему участку несущей конструкции с более тонкой толщиной стенки и/или меньшим поперечным сечением.

2. Несущая конструкция по предшествующему пункту, причем послойно образованный упрочняющий участок (11) сформирован единым, в виде одного целого с внутренней стороны на полом профиле (10).

3. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем поперечина (9) несущей конструкции, по меньшей мере, в области упрочняющего участка (11) выполнена в виде элемента произвольной формы с непрерывно и постоянно изменяющейся толщиной стенки.

4. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем упрочняющий участок (11) имеет размещенную внутри полого профиля (10) ячеистую структуру (12) или структуру типа трубчатой кости.

5. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем упрочняющий участок (11) имеет размещенную внутри полого профиля (10) разветвленную структуру (13) с нерегулярно сформированными и/или трехмерно ориентированными, протяженными по различным направлениям разветвленными поперечинами, причем разветвленные поперечины имеют переменные вдоль продольной протяженности разветвленных поперечин, предпочтительно плавно изменяющиеся толщины стенок и/или переменные, предпочтительно плавно изменяющиеся размеры поперечного сечения.

6. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем поперечина (9) несущей конструкции на противоположащих концах имеет соединительные участки (15) для соединения с дополнительными элементами несущей конструкции, причем указанная поперечина (9) несущей конструкции, по меньшей мере, на срединном участке (9m) между обоими соединительными участками (15) предпочтительно имеет непрерывно и постоянно изменяющееся, в частности плавно изменяющееся поперечное сечение, и/или предпочтительно непрерывно и постоянно изменяющуюся, в частности плавно изменяющуюся толщину стенки, причем предпочтительно размер поперечного сечения и/или толщины стенки на указанном срединном участке (9m) имеет максимум, и/или сокращается от указанного срединного участка (9m) к противоположащим сторонам, и/или же опять возрастает на указанных упрочняющих участках (15).

7. Несущая конструкция по предшествующему пункту, причем поперечина (9) несущей конструкции, если смотреть в поперечном сечении, имеет изменяющуюся в окружном

направлении толщину стенки, которая предпочтительно увеличивается в окружном направлении и опять плавно уменьшается и/или, если смотреть в продольном сечении, имеет изменяющуюся толщину стенки, которая предпочтительно плавно увеличивается и опять плавно уменьшается.

5 8. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем узловая точка и по меньшей мере одна поперечина (9) несущей конструкции, по меньшей мере, на отдельных участках изготовлены способом 3D-печати.

9. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем по меньшей мере одна поперечина несущей конструкции имеет продольную ось с изогнутой формой,
10 и имеет переменную вдоль продольного направления, предпочтительно многократно изменяющуюся толщину стенки, и/или переменный вдоль продольного направления, предпочтительно многократно изменяющийся размер поперечного сечения.

10. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем несущая конструкция, по меньшей мере, на отдельных участках образует удлиненную опору с
15 огибающей несущую конструкцию поверхностью, которая, если смотреть в продольном сечении, имеет изогнутый контур сечения огибающей поверхности, причем огибающая поверхность (16), если смотреть в поперечном сечении, имеет дугообразный, отличающийся от круглой формы, в частности эллиптический или овальный, или каплевидный контур сечения огибающей поверхности, причем контур сечения
20 огибающей поверхности, если смотреть в поперечном сечении, на различных, отстоящих друг от друга вдоль продольной протяженности несущей конструкции поперечных сечениях, изменяется по форме контура, в частности, в соотношении обеих главных осей контура поперечного сечения.

11. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем по меньшей
25 мере одна поперечина (9) несущей конструкции состоит частично из полого профиля и частично из цельномонолитного профиля.

12. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем по меньшей мере одна поперечина (9) несущей конструкции, по меньшей мере, частично состоит из
нескольких металлически слоев, которые по всей площади соединены между собой в
30 виде единого одного целого, причем упрочняющий участок (11) содержит слои из относительно высокопрочного металлического материала, и слои участка несущей конструкции, находящегося на расстоянии от указанного упрочняющего участка, включают металлический материал с относительно меньшей прочностью, причем
внутри слоя материала предусмотрен участок слоя из относительно высокопрочного
35 металлического материала и участок из относительно менее прочного металлического материала.

13. Несущая конструкция по одному из предшествующих пунктов, причем в поперечном сечении или в продольном сечении поперечины несущей конструкции предусмотрены участки поперечины с различными свойствами материалов.

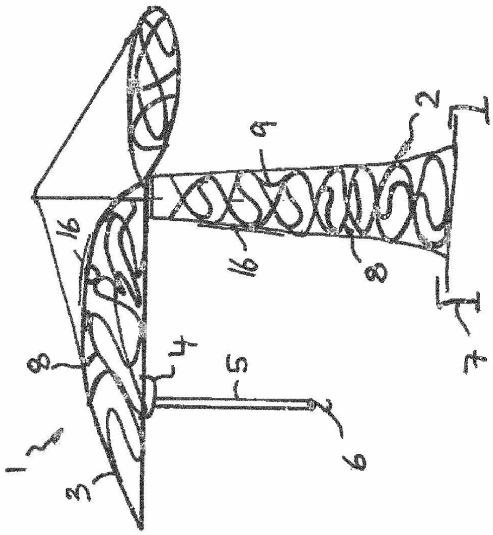
40 14. Рабочая машина с несущей конструкцией, которая выполнена по одному из предшествующих пп. 1-13.

15. Рабочая машина по предшествующему пункту, причем рабочая машина выполнена в форме крана, грузоподъемного устройства, оборудования для перегрузки сырья и материалов, башенного экскаватора или строительной машины.

45 16. Кран, в частности башенный поворотный кран, с несущей конструкцией, которая выполнена по одному из предшествующих пп. 1-13.

1

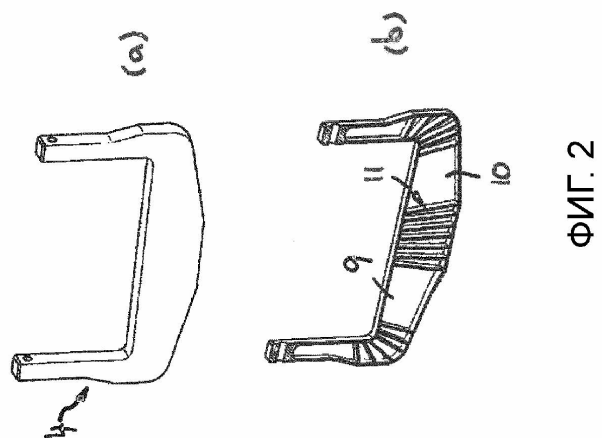
1/9



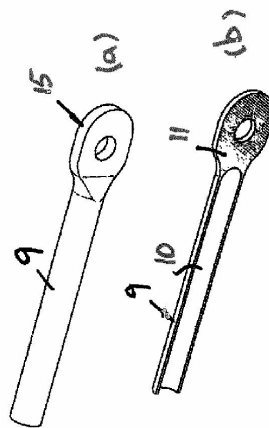
ФИГ. 1

2

2/9

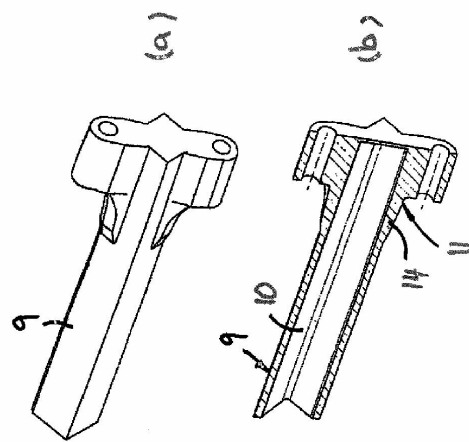


3/9



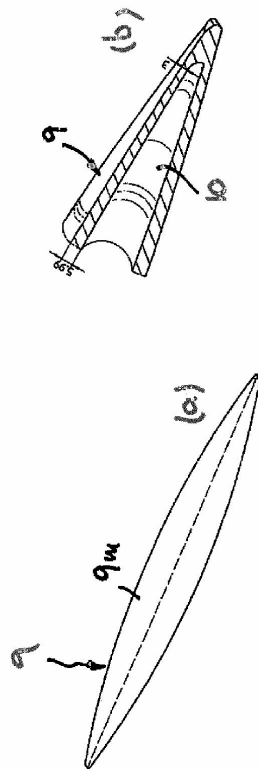
ФИГ. 3

4/9



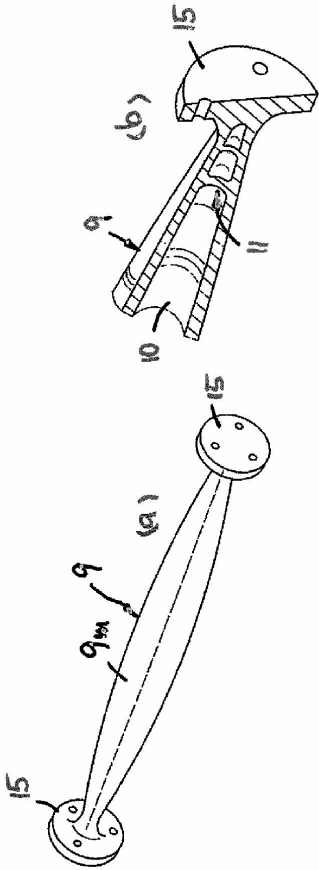
ФИГ. 4

5/9



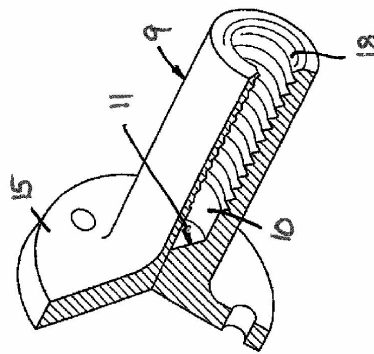
ФИГ. 5

6/9

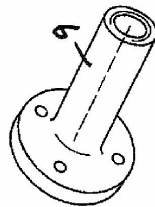


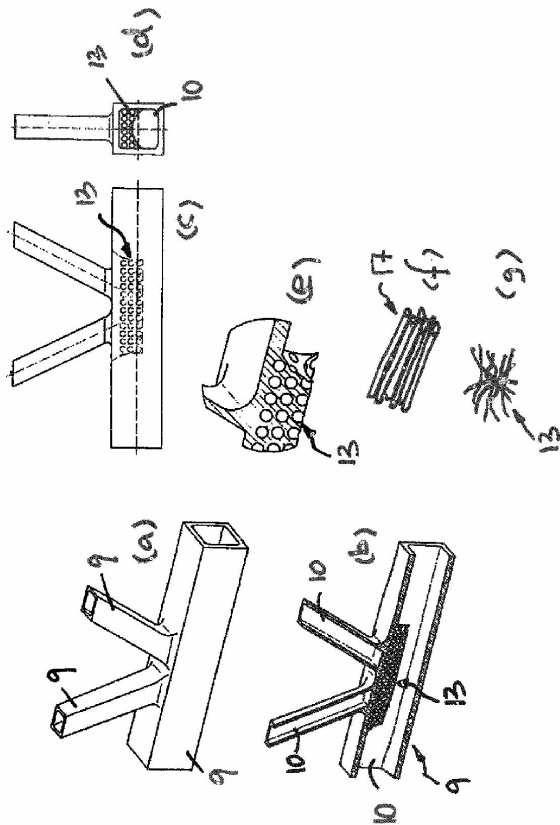
ФИГ. 6

7/9



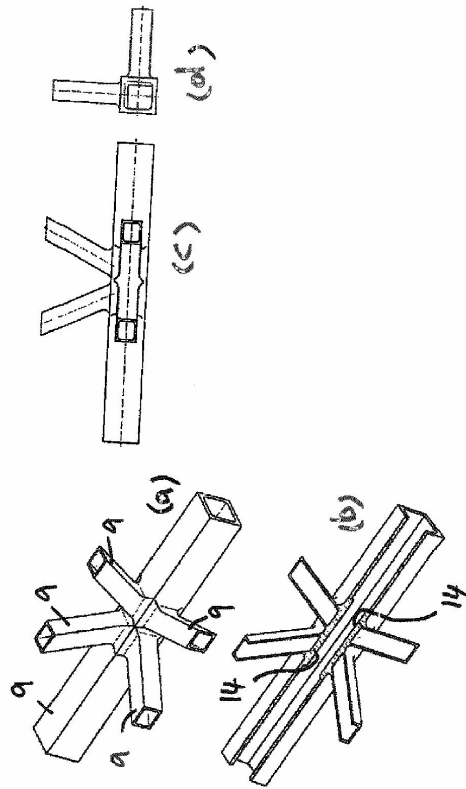
ФИГ. 7





ФИГ. 8

9/9



ФИГ. 9