

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033624**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.11

(51) Int. Cl. **F04B 53/16** (2006.01)

(21) Номер заявки
201790257

(22) Дата подачи заявки
2015.07.24

(54) **ОПОРА ДЛЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО НАСОСА**

(31) **62/029,271; 62/095,689; 62/155,793**

(56) **US-A-4477237**

(32) **2014.07.25; 2014.12.22; 2015.05.01**

US-A-3967542

(33) **US**

US-A-4099447

(43) **2017.06.30**

US-A-3236315

(86) **PCT/US2015/042104**

US-A-3158211

(87) **WO 2016/015006 2016.01.28**

US-A-4388837

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
Эс.Пи.Эм. ФЛОУ КОНТРОЛ, ИНК.
(US)

(72) Изобретатель:
Кумар Чанду, Моменкани Курош,
Котапиш Эдвард К., Бэййоук Джэйкоб
А., Маккрэйди Джон М., Племонс
Дональд Кит (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) В изобретении предложена опора, предназначенная для обеспечения опоры для возвратно-поступательной насосной установки, при этом возвратно-поступательная насосная установка включает в себя раму в сборе, предназначенную для приводной части, имеющую две концевые плиты и множество промежуточных плит, расположенных между концевыми плитами. Каждая из концевых плит имеет по меньшей мере две ножки и каждая из промежуточных плит имеет по меньшей мере одну ножку. Опора включает в себя основание и множество подкладок, выступающих от основания. По меньшей мере часть множества подкладок соответствует ножкам концевых плит и, по меньшей мере, другая часть множества подкладок соответствует данной по меньшей мере одной ножке каждой промежуточной плиты.

B1

033624

033624

B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Данная заявка притязает на преимущества приоритета предварительной заявки на патент США № 62/155793, поданной 1 мая 2015 г., предварительной заявки на патент США № 62/095689, поданной 22 декабря 2014 г., и предварительной заявки на патент США № 62/029271, поданной 25 июля 2014 г., каждая из которых полностью включена в данный документ путем ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Данное раскрытие сущности изобретения относится к возвратно-поступательной насосной установке и, в частности, к кожуху приводной части для возвратно-поступательной насосной установки.

Предпосылки раскрытия изобретения

При выполнении работ на нефтяных месторождениях возвратно-поступательные насосы используются для различных целей. Например, возвратно-поступательные насосы широко используются для выполнения работ, таких как цементирование, кислотная обработка скважины или гидравлический разрыв пласта. Данные возвратно-поступательные насосы часто смонтированы на грузовом автомобиле, опоре или другом типе платформы для транспортировки к местам расположения скважин и от мест расположения скважин. При эксплуатации подобные насосы подают жидкость/флюид или суспензию при давлениях, составляющих до и приблизительно 20000 фунт/кв.дюйм (137895,14 кПа), однако вследствие подобных экстремальных условий эксплуатации данные насосы подвержены повреждениям под действием сил, вызываемых чрезмерными вибрациями, изгибающими моментами и/или деформацией.

Типовой возвратно-поступательный насос включает в себя гидравлическую напорную часть и приводную часть, при этом приводная часть выполнена с конфигурацией, позволяющей обеспечить возвратно-поступательное движение одного или более плунжеров по направлению к насосной камере и от насосной камеры соответствующей гидравлической напорной части. Каждая камера включает в себя впускное отверстие для приема жидкости, выпускное отверстие для выпуска жидкости под давлением и однопутевой проточный клапан в каждом отверстии, предназначенный для предотвращения обратного потока жидкости/флюида.

Изготовление и сборка обычных кожухов приводных частей часто затруднено и являются трудоемкими вследствие, например, абсолютного веса кожуха, необходимости в точном выставлении определенных компонентов и трудности доступа к определенным зонам кожуха, например, такого как доступ к подшипникам коленчатого вала и установка подшипников коленчатого вала в кожухе.

Таким образом, существует потребность в конструкции насоса и, в частности, в кожухе приводной части для возвратно-поступательного насоса, имеющем уменьшенный вес, который может легко быть собран при одновременном обеспечении возможности уменьшения вероятности повреждения, вызванного чрезмерными силами, которые обусловлены чрезмерными вибрациями, изгибающими моментами и/или деформацией.

Сущность изобретения

В соответствии с первым аспектом предложены опора, предназначенная для обеспечения опоры для возвратно-поступательной насосной установки, при этом возвратно-поступательная насосная установка включает в себя раму в сборе, предназначенную для приводной части, имеющую две концевые плиты и множество промежуточных плит, расположенных между концевыми плитами, при этом каждая из концевых плит имеет по меньшей мере две ножки и каждая из промежуточных плит имеет по меньшей мере одну ножку. В некоторых вариантах осуществления опора включает в себя основание и множество подкладок, выступающих от основания, при этом по меньшей мере часть множества подкладок соответствует ножкам концевых плит и, по меньшей мере, другая часть множества подкладок соответствует данной по меньшей мере одной ножке каждой промежуточной плиты.

В определенных вариантах осуществления множество подкладок имеют разную толщину для приспособления к изгибу основания так, чтобы верхняя поверхность каждой из множества подкладок находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

В других вариантах осуществления основание включает в себя два боковых сегмента и по меньшей мере один поперечный сегмент, проходящий между двумя боковыми сегментами и соединяющий два боковых сегмента.

В иных вариантах осуществления подкладки, соответствующие данной по меньшей мере одной ножке каждой промежуточной плиты, выступают от данного по меньшей мере одного поперечного сегмента.

В иных вариантах осуществления подкладки, соответствующие ножкам концевых плит, выступают от двух боковых сегментов.

В еще одном варианте осуществления опора включает в себя второй поперечный сегмент, проходящий между двумя боковыми сегментами и соединяющий два боковых сегмента.

В еще одном варианте осуществления опора включает в себя третий поперечный сегмент, проходящий между двумя боковыми сегментами и соединяющий два боковых сегмента.

В некоторых вариантах осуществления данный по меньшей мере один поперечный сегмент представляет собой трубчатый элемент.

В других вариантах осуществления данный по меньшей мере один поперечный сегмент представ-

ляет собой двутавровую балку.

В иных вариантах осуществления основание включает в себя множество ребер жесткости, расположенных, по существу, рядом с множеством подкладок.

В иных вариантах осуществления опора выполнена с возможностью присоединения к транспортному средству для транспортировки.

В соответствии со вторым аспектом предложен способ крепления возвратно-поступательной насосной установки к опорной опоре, при этом возвратно-поступательная насосная установка включает в себя два концевых сегмента и по меньшей мере один промежуточный сегмент, расположенный между концевыми сегментами. В некоторых вариантах осуществления способ включает выполнение базовой секции, прикрепление множества подкладок к базовой секции, при этом множество подкладок соответствуют ножкам двух концевых сегментов и по меньшей мере одной ножке данного по меньшей мере одного промежуточного сегмента возвратно-поступательной насосной установки; выравнивание ножек насосной установки относительно соответствующей подкладки на базовой секции и прикрепление ножек насосной установки к базовой секции.

В некоторых вариантах осуществления перед прикреплением ножек к базовой секции способ включает механическую обработку множества подкладок так, чтобы верхняя поверхность каждой плиты находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

В других вариантах осуществления способ включает механическую обработку ножек насосной установки так, чтобы нижняя поверхность каждой из ножек находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

В иных вариантах осуществления выполнение базовой секции включает выполнение двух боковых сегментов и по меньшей мере одного поперечного опорного элемента и присоединение поперечного опорного элемента между двумя боковыми сегментами.

В еще одном варианте осуществления способ включает прикрепление усилительной плиты по меньшей мере к одному боковому сегменту.

В еще одном варианте осуществления способ включает прикрепление по меньшей мере одного ребра жесткости рядом по меньшей мере с одной из множества подкладок.

В еще одном варианте осуществления выполнение по меньшей мере одного поперечного опорного элемента включает выполнение поперечного опорного элемента в виде двутавровой балки.

В некоторых вариантах осуществления выполнение данного по меньшей мере одного поперечного опорного элемента включает выполнение поперечного опорного элемента, имеющего полуу внутреннюю часть.

В других вариантах осуществления выполнение двух боковых сегментов включает выполнение боковых сегментов с "С"-образным пазом.

В иных вариантах осуществления после выравнивания ножек насосной установки относительно соответствующей подкладки на базовой секции способ дополнительно включает продолжение механической обработки одной или более предназначенных для подшипников опорных поверхностей насосной установки.

Другие аспекты, признаки и преимущества станут очевидными из нижеприведенного подробного описания при рассмотрении его совместно с сопровождающими чертежами, которые представляют собой часть данного раскрытия изобретения и которые иллюстрируют посредством примера принципы раскрытых изобретений.

Описание чертежей

Сопровождающие чертежи способствуют пониманию различных вариантов осуществления.

Фиг. 1 представляет собой иллюстрацию возвратно-поступательной насосной установки, имеющей кожух приводной части и кожух гидравлической напорной части.

Фиг. 2А представляет собой вид в перспективе сверху рамы в сборе, предназначенной для кожуха приводной части по фиг. 1.

Фиг. 2В представляет собой вид в перспективе снизу рамы в сборе по фиг. 2В.

Фиг. 3 представляет собой вид в перспективе спереди промежуточного плитового сегмента рамы в сборе по фиг. 2А и 2В.

Фиг. 4 представляет собой выполненный с частичным пространственным разделением элементов вид в перспективе спереди множества промежуточных плитовых сегментов по фиг. 3, имеющих множество опорных стержней для крейцкопфов.

Фиг. 5 представляет собой вид в разрезе части рамы в сборе по фиг. 4, выполненном по линии 5-5.

Фиг. 6 представляет собой вид в перспективе опорного стержня для крейцкопфов.

Фиг. 7 представляет собой вид в перспективе спереди концевой плитового сегмента рамы в сборе по фиг. 2А и 2В.

Фиг. 8 представляет собой вид в перспективе сзади части рамы в сборе по фиг. 2А и 2В, в которой множество задних опорных стержней прикреплены к ней.

Фиг. 9 представляет собой выполненный с частичным пространственным разделением элементов вид в перспективе спереди части рамы в сборе по фиг. 2А и 2В с множеством опорных труб крейцкоп-

фов, опирающихся в ней.

Фиг. 10А представляет собой вид в перспективе сверху комплекта верхних покрывающих элементов.

Фиг. 10В представляет собой вид в перспективе снизу части комплекта нижних покрывающих элементов.

Фиг. 10С представляет собой вид в перспективе другой части комплекта нижних покрывающих элементов.

Фиг. 10D представляет собой вид в перспективе спереди верхней и нижней передних плит.

Фиг. 11 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую сборку рамы в сборе по фиг. 2А и 2В.

Фиг. 12 представляет собой вид в перспективе спереди другого варианта осуществления рамы в сборе, в которой успешно используется множество сегментов, полученных объемной штамповкой и имеюших выступающие элементы, проходящие от них.

Фиг. 13 представляет собой вид сзади рамы в сборе по фиг. 12.

Фиг. 14 представляет собой вид в перспективе концевого плитового сегмента рамы в сборе по фиг. 12 и 13.

Фиг. 15 представляет собой вид в перспективе промежуточного плитового сегмента рамы в сборе по фиг. 12 и 13.

Фиг. 16 представляет собой вид в перспективе другого варианта осуществления промежуточного плитового сегмента.

Фиг. 17 представляет собой вид в перспективе еще одного варианта осуществления промежуточного плитового сегмента.

Фиг. 18А и 18В представляют собой виды в перспективе другого варианта осуществления левого и правого концевых плитовых сегментов.

Фиг. 19 представляет собой вид в перспективе еще одного варианта осуществления промежуточного плитового сегмента.

Фиг. 20 представляет собой вид в перспективе спереди двух расположенных рядом промежуточных плитовых сегментов, проиллюстрированных на фиг. 19.

Фиг. 21-23 представляют собой упрощенные виды в разрезе рамы в сборе по фиг. 29, выполненном по линии 21-21.

Фиг. 24-26 представляют собой упрощенные виды в разрезе коленчатого вала, иллюстрирующие кольца подшипников, установленные на коленчатом валу.

Фиг. 27 и 28 представляют собой упрощенные виды в разрезе коленчатого вала, вставляемого в раму в сборе по фиг. 40 и 41.

Фиг. 29 представляет собой вид в перспективе сзади еще одного варианта осуществления рамы в сборе, на котором концевые плитовые сегменты и промежуточные плитовые сегменты показаны с частичным вырывом.

Фиг. 30-38 представляют собой иллюстрации рамы в сборе по фиг. 29, показывающие кольца подшипников, установленные на опорных поверхностях для подшипников.

Фиг. 39 представляет собой иллюстрацию поддерживающего элемента, предназначенного для коленчатого вала и для подъема и обеспечения опоры для коленчатого вала во время его установки в кожухе приводной части и извлечения из кожуха приводной части.

Фиг. 40-42 представляют собой иллюстрации поддерживающего элемента, предназначенного для коленчатого вала и обеспечивающего опору для коленчатого вала во время установки коленчатого вала в кожухе приводной части.

Фиг. 43 представляет собой иллюстрацию поддерживающего элемента, предназначенного для коленчатого вала и отсоединенного от коленчатого вала после установки коленчатого вала в кожухе приводной части.

Фиг. 44-47 иллюстрируют установку наружных подшипниковых узлов, предназначенных для обеспечения опоры для коленчатого вала в кожухе приводной части.

Фиг. 48 представляет собой вид в перспективе спереди части редуктора, присоединенной к концевому плитовому сегменту рамы в сборе.

Фиг. 49 представляет собой вид спереди редуктора и концевого плитового сегмента по фиг. 48.

Фиг. 50 представляет собой вид спереди редуктора и концевого плитового сегмента по фиг. 48 и 49.

Фиг. 51 представляет собой вид в перспективе рычажного элемента, проиллюстрированного на фиг. 48-50.

Фиг. 52 представляет собой вид сбоку рычажного элемента по фиг. 51.

Фиг. 53 представляет собой вид в разрезе рычажного элемента по фиг. 51, выполненном по линии 53-53 на фиг. 52.

Фиг. 54 представляет собой вид в разрезе части рамы в сборе по фиг. 48-50, выполненном по линии 54-54 на фиг. 50.

Фиг. 55 представляет собой вид спереди редуктора и концевого плитового сегмента по фиг. 48, иллюстрирующий рычажный элемент, прикрепленный к прицепу/опоре.

Фиг. 56 представляет собой иллюстрацию кожуха приводной части по фиг. 1, прикрепленного к опоре.

Фиг. 57 представляет собой вид перспективе сверху салазок, проиллюстрированных на фиг. 55.

Фиг. 58 и 59 представляют собой иллюстрации альтернативной конструкции салазок.

Фиг. 60 представляет собой упрощенную иллюстрацию салазок по фиг. 58 и 59, прикрепленных к прицепу.

Фиг. 61 представляет собой выполненный с пространственным разделением элементов вид в разрезе части промежуточного плитового сегмента по фиг. 19 и части комплекта нижних покрывающих элементов по фиг. 10В.

Фиг. 62 представляет собой вид в разрезе нижнего покрывающего элемента и промежуточного плитового сегмента по фиг. 61, сваренных вместе.

Подробное описание

Фиг. 1 представляет собой иллюстрацию возвратно-поступательной насосной установки 10, например, такой как возвратно-поступательный насос с возвратно-поступательным движением плунжеров. Возвратно-поступательные насосы могут быть использованы, например, в качестве насосов для гидравлического разрыва пласта, насосов для бурового раствора, цементировочных насосов и тому подобного. В данном раскрытии изобретения может быть использована терминология, которая обычно используется для данной насосной системы; тем не менее, если не указано иное, данное раскрытие изобретения также включает в себя сравнимые компоненты других насосных систем (например, крейцкопфы и поршни). Как показано на фиг. 1, насосная установка 10 включает в себя кожух 12 приводной части, присоединенный к кожуху 14 гидравлической напорной части посредством множества распорных стержней 20. Кожух 12 приводной части включает в себя коленчатый вал 16, показанный, например, на фиг. 40, который механически соединен с двигателем (непоказанным), который при эксплуатации обеспечивает вращение коленчатого вала 16 для приведения в действие возвратно-поступательной насосной установки 10. В частности, вращение коленчатого вала 16 вызывает возвратно-поступательное движение комплекта 18 плунжеров по направлению к кожуху 14 гидравлической напорной части и от кожуха 14 гидравлической напорной части, которое обеспечивает нагнетание жидкости из одного или более цилиндров (непроиллюстрированных) гидравлической напорной части в кожухе 14 гидравлической напорной части через выпускное отверстие 24. В одном варианте осуществления коленчатый вал 16 является кулачковым, так что жидкость нагнетается из множества цилиндров в кожухе 14 гидравлической напорной части для минимизации первичных, вторичных и третичных сил, связанных с возвратно-поступательными насосами 10. В соответствии с вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, в кожухе 14 приводной части используется рама 40 в сборе (фиг. 2А и 2В), которая обеспечивает повышенную жесткость конструкции (то есть повышенное сопротивление деформации и/или прогибу) и легкость сборки.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А и 2В, рама 40 в сборе включает в себя два концевых сегмента 42 и 44, множество промежуточных сегментов 46, комплект 48 верхних покрывающих элементов и комплект 50 нижних покрывающих элементов, образующие обращенную вперед или заднюю стенку 54, заднюю или обращенную назад стенку 56 и две боковые стенки 58 и 60. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А и 2В, рама 40 в сборе включает в себя, например, четыре расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга промежуточных сегмента 46, расположенных между концевыми сегментами 42 и 44, для размещения, как рассмотрено ниже с дополнительными подробностями, пяти плунжеров 18 в сборе, в результате чего образуется пятиплунжерная насосная установка. Тем не менее, следует понимать, что рама 40 в сборе может иметь иную конфигурацию. Например, рама 40 в сборе может быть выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность размещения дуплексной/двухплунжерной насосной установки, которая может включать в себя по меньшей мере один промежуточный сегмент 46, расположенный между концевыми сегментами 42 и 44. Аналогичным образом, рама 40 в сборе может быть выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность размещения трехплунжерной насосной установки, которая включает в себя два разнесенных промежуточных сегмента 46, расположенных между концевыми сегментами 42 и 44. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления каждый из сегментов 42, 44 и 46 расположен на расстоянии в боковом направлении, составляющем приблизительно двенадцать дюймов (304,8 мм), хотя в зависимости от размера насосной установки 10 расстояние в боковом направлении может представлять собой более длинное или более короткое расстояние. В иных вариантах осуществления расстояние в боковом направлении не является одинаковым для промежуточных сегментов 46. В других вариантах осуществления рама 40 в сборе выполнена с такой конфигурацией, что она включает в себя по меньшей мере один сегмент 42 или 44. В иных вариантах осуществления рама 40 в сборе включает в себя по меньшей мере один сегмент 42 или 44 и не включает в себя промежуточные сегменты 46.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А и 2В, рама 40 в сборе включает в себя множество ножек 52, которые, как рассмотрено ниже более подробно, выполнены с конфигурацией, позволяющей обеспечить опору для кожуха 12 приводной части на опорной поверхности, например, такой как поверхность салазок, платформы грузовика, прицепа или платформы другого типа. На фиг. 2В, например, каждый концевой сегмент 42 и 44 включает в себя ножку 52, расположенную вблизи передней

стенки 54 или рядом с передней стенкой 54, и ножку 52, расположенную вблизи задней стенки 56 или рядом с задней стенкой 56. Кроме того, в варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2В, каждый промежуточный сегмент 46 включает в себя ножку 52, выступающую вблизи задней стенки 56 или рядом с задней стенкой 56. Тем не менее, следует понимать, что число ножек 52, размер и местоположение каждой ножки 52 могут изменяться в зависимости от заданной конфигурации. Например, в некоторых вариантах осуществления концевой сегмент 42 или 44 включает в себя одну ножку 52, проходящую полностью или, по меньшей мере, частично между передней и задней стенками 54 и 56. В некоторых вариантах осуществления одна или более дополнительных ножек 52 могут быть расположены иным образом между ножками 52, которые расположены вблизи передней и задней стенок 54 и 56 или рядом с передней и задней стенками 54 и 56. Таким образом, например, в одном варианте осуществления концевой сегмент 42 или 44 включает в себя три, четыре или даже больше разнесенных ножек 52 для обеспечения опоры для кожуха 12 приводной части. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2В, ножки 52 образованы как одно целое на сегментах 42, 44 и 46; тем не менее, следует понимать, что в других вариантах осуществления ножки 52 выполнены с возможностью прикрепления их по отдельности к сегментам 42, 44 и/или 46.

При продолжении рассмотрения фиг. 2В можно указать, что каждый промежуточный сегмент 46 включает в себя одну ножку 52, по существу, расположенную вблизи задней стенки 56 или рядом с задней стенкой 56. В альтернативных вариантах осуществления каждый промежуточный сегмент 46 включает в себя дополнительные ножки 52. Например, в некоторых вариантах осуществления промежуточный сегмент 46 включает в себя ножку 52 (непроиллюстрированную) у или вблизи передней стенки 54 или в любом другом месте между передней и задней стенками 54 и 56 помимо ножки 52, расположенной у или вблизи задней стенки 56. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2В, например, используются всего восемь ножек 52 для обеспечения опоры для кожуха 14 приводной части на опорной поверхности (не проиллюстрировано). Как будет рассмотрено ниже более подробно, выполнение дополнительных ножек 52 на раме 40 в сборе и, в частности, ножек 52 на промежуточных сегментах 46 обеспечивает повышенную жесткость, что приводит к меньшему прогибу и/или деформации рамы 40 в сборе во время эксплуатации поршневого насоса 10, в результате чего увеличивается эксплуатационный срок службы определенных компонентов, например, таких как подшипники, используемые для обеспечения опоры для коленчатого вала 16.

Промежуточные сегменты 46 по фиг. 2А и 2В проиллюстрированы на фиг. 3-5. Например, на фиг. 3 каждый промежуточный сегмент 46 включает в себя верхнюю и нижнюю канавки 80 и 82 и опорную поверхность 84 для подшипников. Верхняя и нижняя канавки 80 и 82 расположены так и в других отношениях выполнены с такими размерами, чтобы обеспечить возможность приема соответствующих верхнего и нижнего опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов (фиг. 4), которые, как разъяснено ниже более подробно, обеспечивают опору для опорных труб 100 крейцкопфов (фиг. 9), и средства для более легкого выравнивания и в других случаях разнесения сегментов 42, 44 и 46. Кроме того, верхний и нижний опорные элементы 86 и 88 обеспечивают опорную конструкцию для сегментов 42, 44 и 46 и, таким образом, для рамы 40 в сборе. Например, если обратиться, в частности, к фиг. 3-6, можно увидеть, что каждый промежуточный сегмент 46 расположен таким образом, что верхние и нижние канавки 80 и 82 выровнены для приема соответствующих частей верхнего и нижнего опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов. Будучи скрепленными вместе, опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов придают дополнительную жесткость сегментам 42, 44 и 46 и поддерживают выровненное положение сегментов 42, 44 и 46 и, следовательно, рамы 40 в сборе.

Как показано, в частности, на фиг. 6, опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов представляют собой жесткие стержнеобразные элементы и выполнены с такими размерами, чтобы они проходили через каждый из промежуточных сегментов 46, и прикреплены к концевым сегментам 42 и 44 (фиг. 9). Показанные на фиг. 6 опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов образованы с верхней поверхностью 90, нижней поверхностью 92 и торцевыми поверхностями 94 и 96. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 6, верхняя поверхность 90 включает в себя множество расположенных на расстоянии друг от друга, заглубленных поверхностей 98, каждая из которых выполнена с конфигурацией, позволяющей принимать по меньшей мере часть трубы 100 крейцкопфа и в других отношениях обеспечивать опору по меньшей мере для части трубы 100 крейцкопфа (фиг. 2А, 2В и 9) на ней. Таким образом, например, когда верхний и нижний опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов расположены соответственно в верхних и нижних канавках 80 и 82, трубы 100 крейцкопфов устанавливаются внутри заглубленных поверхностей 98 и опираются на заглубленные поверхности 98 в верхнем и нижнем опорных элементах 86 и 88.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 6, заглубленные поверхности 98 имеют дугообразную форму и выполнены с размерами, позволяющими принимать наружную поверхность труб 100 крейцкопфов и в других отношениях соответствовать по форме наружной поверхности труб 100 крейцкопфов. Тем не менее, следует понимать, что заглубленные поверхности 98 могут быть выполнены с иной конфигурацией. Например, в некоторых вариантах осуществления заглубленные поверхности 98 включают в себя пазы, выполненные не с дугообразной формой, или заглубленные зоны. В других вари-

антах осуществления расположенные на расстоянии друг от друга выступающие элементы (непроиллюстрированные) выступают наружу от верхней поверхности 90 опорных элементов 86 и 88, при этом выступающие элементы расположены на расстоянии друг от друга, достаточном для приема трубы 100 крейцкопфа между ними и в других случаях для обеспечения опоры для трубы 100 крейцкопфа между ними для предотвращения перемещения трубы 100 крейцкопфа относительно опорного элемента 86, 88 для крейцкопфов.

При продолжении рассмотрения фиг. 6 следует указать, что каждый опорный элемент 86, 88 для крейцкопфов включает в себя опорный участок 102, проходящий между каждыми двумя соседними заглубленными поверхностями 98. Опорные участки 102 выполнены с конфигурацией, позволяющей облегчить выставление опорных элементов 86, 88 относительно сегментов 42, 44 и 46 и прикрепление опорных элементов 86, 88 к сегментам 42, 44 и 46. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 6, например, нижняя поверхность 92 опорных участков 102 включает в себя паз для выравнивания или углубление 104, расположенное с возможностью вставки промежуточных сегментов 46 или в других случаях - входа в контактное взаимодействие с промежуточными сегментами 46. Как показано, в частности, на фиг. 4 и 5, например, пазы 104 на верхнем и нижнем опорных элементах 86 и 88 образованы вдоль нижних поверхностей 92 таким образом, что при прикреплении опорных элементов 86 и 88 к промежуточным сегментам 46 подобные пазы 104 будут выровнены относительно сегментов 46 и выполнены с конфигурацией, позволяющей им соответствовать по форме сегментам 46 и/или в других отношениях обеспечивать их блокировку относительно сегментов 46.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 4, рама 40 в сборе включает в себя два верхних опорных элемента 86 для крейцкопфов и два нижних опорных элемента 88 для крейцкопфов. Например, на фиг. 3 и 4 каждый промежуточный сегмент 46 включает в себя две параллельные верхние канавки 80 и две параллельные и соответствующие нижние канавки 82 для размещения передней или первой пары 106 опорных элементов для труб крейцкопфов и задней или второй пары 108 опорных элементов для труб крейцкопфов. В других вариантах осуществления используются дополнительные пары опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов, например, такие как третья пара (непроиллюстрированная) опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов, расположенная между первыми и вторыми опорными элементами 106 и 108 для крейцкопфов. Кроме того, в альтернативных вариантах осуществления используется одна пара опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов. Независимо от числа и/или местоположения опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов способствуют выравниванию сегментов 42, 44 и 46, придают дополнительную опору и жесткость конструкции раме 40 в сборе как во время сборки, так и во время эксплуатации возвратно-поступательной насосной установки 10 и образуют средство для обеспечения опоры для труб 100 крейцкопфов внутри рамы 40 в сборе.

Далее рассматривается фиг. 7, на которой проиллюстрирован концевой сегмент 44. Аналогично промежуточным сегментам 46, концевой сегмент 44 включает в себя опорную поверхность 84 для подшипников и верхнюю и нижнюю канавки 80 и 82, выполненные с конфигурацией, позволяющей принимать и в других случаях сопрягаться с пазами 104, соседними с торцевыми поверхностями 96 на опорных элементах 86 и 88 для крейцкопфов (фиг. 6). Несмотря на то что проиллюстрирован только концевой сегмент 44, следует понимать, что концевой сегмент 42 имеет аналогичную конфигурацию для крепления к опорным элементам 86 и 88 для крейцкопфов у противоположных торцевых поверхностей 94.

Как показано, в частности, на фиг. 3-5 и 7, опорные поверхности 84 для подшипников образуют отверстия 110 с дугообразной поверхностью, проходящие через каждый из концевых и промежуточных сегментов 42, 44 и 46. Как рассмотрено ниже с дополнительными подробностями, опорные поверхности 84 для подшипников выполнены с размерами, обеспечивающими возможность вставки подшипникового узла 290 (см. фиг. 21-38 и 40-46), который способствует вращательному движению коленчатого вала 16 (фиг. 40). Как будет рассмотрено ниже более подробно, отверстия 110, образованные опорными поверхностями 84 для подшипников, варьируются по размеру для облегчения сборки подшипниковых узлов 290 на соответствующих сегментах 42, 44 и/или 46.

На фиг. 3, 7 и 8 задние стенки 56 концевых и промежуточных сегментов 42, 44 и 46 включают в себя верхние и нижние канавки 140 и 142. Когда промежуточные сегменты 46 расположены и выровнены между концевыми сегментами 42 и 44, как проиллюстрировано, например, на фиг. 8, верхний стержнеобразный элемент 144 и нижний стержнеобразный элемент 146 размещают в них для придания дополнительной опоры и жесткости раме 40 в сборе. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 8, проиллюстрированы два стержнеобразных элемента 144 и 146. Однако в других вариантах осуществления может быть использовано большее или меньшее число стержнеобразных элементов 144 и 146. В иных вариантах осуществления стержнеобразные элементы 144 и 146 проходят только на части расстояния между концевыми сегментами 42 и 44. В других вариантах осуществления стержнеобразные элементы 144 и 146 конфигурированы в положении, отличном от горизонтального. Например, в некоторых вариантах осуществления стержнеобразные элементы 144 и/или 146 расположены под углом вдоль задней стенки 56 рамы 40 в сборе. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления каждый из стержнеобразных элементов 144 и 146 включает в себя расположенные на расстоянии друг от друга пазы для выравнивания, выполненные с конфигурацией, обеспечивающей их соответствие задней стенке 56 и в

других случаях вход в контактное взаимодействие с задней стенкой 56 рамы 40 в сборе. Подобные пазы обеспечивают легкость сборки и создают возможность самовыравнивания сегментов 42, 44 и/или 46 во время сборки.

Как показано на фиг. 9, как только опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов будут прикреплены к раме 40 в сборе и, в частности, к сегментам 42, 44 и 46, трубы 100 крейцкопфов закрепляют между опорными элементами 86 и 88 для крейцкопфов и размещают в заданном положении, по существу, рядом с передней стенкой 54 рамы 40 в сборе. Как только трубы 100 крейцкопфов будут прикреплены к ней, комплект 48 верхних покрывающих элементов, лучше всего проиллюстрированный на фиг. 10А, прикрепляют к раме 40 в сборе. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 10А, комплект 48 верхних покрывающих элементов включает в себя переднюю плиту 160 и заднюю криволинейную плиту 162, которые вместе выполнены с размерами, позволяющими закрыть и в других отношениях оградить верхнюю часть кожуха 12 приводной части между сегментами 42, 44 и/или 46 за счет того, что они проходят от передней стенки 54 до задней стенки 56 рамы 40 в сборе. Тем не менее, в альтернативных вариантах осуществления комплект 48 верхних покрывающих элементов представляет собой одну цельную плиту, проходящую между или, по меньшей мере, частично между передней и задней стенками 54 и 56. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 2А и 10А, комплект 48 верхних покрывающих элементов состоит из множества передних и задних плит 160 и 162, которые установлены между каждыми двумя соседними из сегментов 42, 44 и 46 для ограждения верхней части кожуха 12 приводной части. В других вариантах осуществления комплект 48 верхних покрывающих элементов образован из одного цельного листа, выполненного с размерами, позволяющими ему перекрывать верхнюю (upper) или верхнюю (top) часть рамы 40 в сборе, который проходит между передней стенкой 54, задней стенкой 56 и боковыми стенками 58 и 60.

На фиг. 2В и фиг. 10В и 10С проиллюстрирован комплект 50 нижних покрывающих элементов. Комплект 50 нижних покрывающих элементов включает в себя множество передних плит 164, которые выполнены с размерами, позволяющими вставлять их между каждыми двумя соседними сегментами из сегментов 42, 44 и 46, и проходят назад от передней стенки 54. Комплект 50 нижних покрывающих элементов дополнительно включает в себя плиту 166 для слива, которая проходит между концевыми сегментами 42 и 44, как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 2В. Плита 166 для слива дополнительно включает в себя множество сливных отверстий 168, выровненных, по существу, под промежуточными сегментами 46. В других вариантах осуществления комплект 50 нижних покрывающих элементов образован из одного цельного листа, выполненного с размерами, позволяющими ему перекрывать нижнюю часть рамы 40 в сборе, который проходит между передней стенкой 54, задней стенкой 56 и боковыми стенками 58 и 60.

Фиг. 10D иллюстрирует верхнюю и нижнюю передние плиты 170 и 172, которые прикреплены к раме 40 в сборе для образования по меньшей мере части передней стенки 54, как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 2А. В частности, верхняя передняя плита 170 прикреплена к раме 40 в сборе между сегментами 42, 44 и 46 над каждой трубой 100 крейцкопфа.

Аналогичным образом, нижняя передняя плита 172 прикреплена к раме 40 в сборе между сегментами 42, 44 и 46 под каждой трубой 100 крейцкопфа.

Далее рассматривается фиг. 11, на которой проиллюстрирован способ сборки рамы 40 в сборе. Способ начинается в блоке 200 выполнением по меньшей мере одного промежуточного сегмента 46. Например, при сборке пятиплунжерного насоса выполняют четыре промежуточных сегмента 46. Аналогичным образом, при сборке трехплунжерного насоса выполняют два промежуточных сегмента 46. Переходя к блоку 204, следует указать, что промежуточные сегменты 46 размещают в заданном положении так, чтобы верхние и нижние канавки 80 и 82 на каждом сегменте 46 были выровнены. После выравнивания опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов выставляют относительно верхних и нижних канавок 80 и 82 и вставляют в верхние и нижние канавки 80 и 82 каждого промежуточного сегмента 46, как указано в блоке 204. После размещения в канавках 80 и 82 опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов прикрепляют к промежуточным сегментам 46, как указано в блоке 206. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов приваривают прихваточными швами к промежуточным сегментам 46, тем не менее, могут быть использованы любые другие пригодные средства крепления. Как показано в блоке 208, концевые сегменты 42 и 44 прикрепляют к опорным элементам 80 и 82 для крейцкопфов, используя аналогичные способы прикрепления.

Способ продолжается в блоке 210, в соответствии с которым по меньшей мере один задний опорный стержень 144 или 146 размещают в заданном положении вдоль задней стенки 56 рамы в сборе. В частности, задний опорный стержень 144 вставляют в канавку 140, расположенную в каждом концевом сегменте 42 и 44 и в каждом промежуточном сегменте 46. В некоторых вариантах осуществления как верхний, так и нижний задние опорные стержни 144 и 146 вставляют в соответствующие верхние и нижние канавки 140 и 142 на каждом сегменте 42, 44 и 46 для придания дополнительной устойчивости задней части рамы 40 в сборе. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления верхний и нижний опорные стержни 144 и 146 приваривают прихваточными швами к промежуточным секциям 46. В блоке 212 способ в возможном варианте включает прикрепление множества ребер жесткости 22 (фиг. 2В) меж-

ду каждым двумя соседними из концевых сегментов 42, 44 и промежуточных сегментов 46, при этом указанные ребра жесткости 22 придают дополнительную устойчивость раме 40 в сборе. В блоках 214 и 216 комплект 48 верхних покрывающих элементов и комплект 50 нижних покрывающих элементов прикрепляют к раме 40 в сборе посредством сварки или других средств крепления. Переходя к блоку 218, следует указать, что ножки 52 на каждом из сегментов 42, 44 и 46 подвергают механической обработке так, чтобы концы каждой из ножек 52 были выровнены в одной и той же плоскости, так что, как рассмотрено ниже более подробно, рама 40 в сборе может быть прикреплена к опоре или другой опорной поверхности. В то время как фиг. 11 иллюстрирует один способ сборки рамы 40 в сборе, следует понимать, что способ может выполняться в другом порядке. Например, опорные элементы 86 и 88 для крейцкопфов могут быть прикреплены к концевым сегментам 42 и 44 до прикрепления опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов к промежуточным сегментам 46. Кроме того, задние опорные элементы 140 и 142 могут быть прикреплены к сегментам 42, 44 и 46 перед прикреплением опорных элементов 86 и 88 для крейцкопфов к сегментам 42, 44 и 46. Аналогичным образом, опорные поверхности 84 для подшипников могут быть образованы в сегментах 42, 44 и/или 46, когда они прикреплены к опоре.

Далее рассматриваются фиг. 12-15, на которых проиллюстрирован дополнительный вариант осуществления рамы 40 в сборе, предназначенной для кожуха 12 приводной части. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 12-15, каждый из концевых сегментов 42 и 44 и промежуточных сегментов 46 включает в себя ребра жесткости или выступающие части 650, выступающие от боковой стенки каждого сегмента 42, 44 и 46 и образованные как одно целое с каждым сегментом 42, 44 и 46 для придания дополнительной прочности и устойчивости раме 40 в сборе. Например, как показано, в частности, на фиг. 14 и 15, каждый сегмент 44 и 46 включает в себя множество выступающих частей 650, образованных как одно целое с боковой стенкой, выступающих наружу от боковой стенки и расположенных на расстоянии друг от друга вокруг опорных поверхностей 84 для подшипников. Как проиллюстрировано на фиг. 12 и 13, каждая выступающая часть 650 на промежуточном сегменте 46 расположена так, чтобы она была выровнена относительно соответствующей выступающей части 650 на расположенном рядом, концевом сегменте 42 или 44 или промежуточном сегменте 46 и контактировала с соответствующей выступающей частью 650 на расположенном рядом, концевом сегменте 42 или 44 или промежуточном сегменте 46 в соответствующих случаях. В качестве дополнения или альтернативы передняя стенка 54 каждого сегмента 42, 44 и/или 46 образована с увеличенной шириной, так что отсутствует необходимость в применении и установке прикрепляемых по отдельности, верхних и нижних передних плит 170 и 172 (фиг. 2А и 2В). Например, как проиллюстрировано на фиг. 16 и 17, передняя стенка 54 образована как одно целое с боковой стенкой сегмента 42, 44 и/или 46 и выступает от боковой стенки сегмента 42, 44 и/или 46 так, что, когда сегменты 42, 44 и/или 46 расположены рядом для образования рамы 40 в сборе, края 50а и 50b расположенных рядом друг с другом элементов 42, 44 и/или 46 рамы будут выровнены друг относительно друга и будут контактировать друг с другом для последующей сварки и/или других вариантов крепления. Аналогичным образом, каждый сегмент 42, 44 и/или 46, если требуется, может быть образован с задними стенками 56, образованными как одно целое с увеличенной шириной и выступающими от боковой стенки так, что можно избежать использования и установки элементов, прикрепляемых по отдельности и расположенных между каждыми двумя соседними из сегментов 42, 44 и/или 46.

В качестве дополнения и/или альтернативы каждый из сегментов 42, 44 и/или 46 может быть образован так, что помимо того, что передняя и задняя стенки 54 и 56 образованы как одно целое с сегментами 42, 44 и/или 46, верхний и нижний покрывающие элементы 48 и 50 могут быть образованы как одно целое с ними, как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 17. Таким образом, когда сегменты 42, 44 и/или 46 расположены рядом для образования рамы 40 в сборе, края 48а и 48b и 50а и 50b соответственно верхнего и нижнего покрывающих элементов 48 и 50 расположенных рядом элементов 42, 44 и/или 46 рамы контактируют друг с другом для последующей сварки, в результате чего избегают необходимости в прикрепляемых по отдельности, покрывающих элементах 48 и 50, подлежащих привариванию между сегментами 42, 44 и/или 46.

В соответствии с вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, один или более из сегментов 42, 44 и/или 46 получены объемной штамповкой/ковкой, включая выступающие части 650, тем не менее, возможны другие способы изготовления (то есть литье или иные способы). Когда сегменты 42, 44 и/или 46 получены объемной штамповкой, продолжительность сварки уменьшается и требуется меньшая механическая обработка. По существу, это приводит к легкости изготовления, более низким затратам и более высокой прочности. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления сегменты 42, 44 и/или 46 получены горячей объемной штамповкой. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления прочность сегментов 42, 44 и/или 46 увеличена приблизительно на 10-15 процентов по отношению к сегменту, полученному механической обработкой. В соответствии с вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, концевые сегменты 42 и 44 могут быть коваными/полученными объемной штамповкой и промежуточные сегменты могут быть получены механической обработкой. В других вариантах осуществления только один концевой сегмент 42 или 44 может быть получен объемной штамповкой, и все или некоторые из промежуточных плитовых сегментов 46 могут быть получены объ-

емной штамповкой, и остальные сегменты 42, 44 и/или 46 могут быть получены механической обработкой или образованы иным способом.

Далее рассматриваются фиг. 18А-20, на которых проиллюстрирован дополнительный вариант осуществления частей рамы 40 в сборе, предназначенной для кожуха 12 приводной части. На фиг. 18А, 18В и 19 множество выступающих частей 650 расположены, по существу, рядом с опорными поверхностями 84 для подшипников на каждом из концевых сегментов 42 и 44 и промежуточном плитовом сегменте 46. Как проиллюстрировано, пять выступающих частей 650 расположены на расстоянии друг от друга и, по существу, вокруг опорной поверхности 84 для подшипников; тем не менее, следует понимать, что большее или меньшее число выступающих частей 650 может быть использовано вокруг опорных поверхностей 84 для подшипников. В качестве дополнения и как проиллюстрировано на фиг. 18А, 18В и 19 каждый плитовый сегмент 42, 44 и 46 включает в себя верхние и нижние выступающие части 652, выступающие наружу от него и расположенные, по существу, между передней стенкой 54 и опорными поверхностями 84 для подшипников. Помимо придания дополнительной жесткости раме 40 в сборе выступающие части 652 используются для обеспечения опоры для труб 100 крейцкопфов (фиг. 9). Когда используются выступающие части 652, подобные проиллюстрированным на фиг. 18А-20, больше не нужны опорные элементы 86 и 88 для труб крейцкопфов (фиг. 4), поскольку выступающие части 652 служат для выравнивания и размещения на достаточном расстоянии друг от друга сегментов 42, 44 и/или 46 и при этом одновременно обеспечивают опору для труб 100 крейцкопфов. В частности, каждая выступающая часть 652 включает в себя криволинейную часть 654, выполненную с размерами, обеспечивающими возможность приема труб 100 цилиндрических крейцкопфов. По существу, количество сварных швов может быть существенно уменьшено (то есть отсутствует необходимость в приваривании опорных элементов 86 и 88 для труб крейцкопфов к раме 40 в сборе), поскольку единственная требуемая сварка - это сварка в месте контакта между расположенными рядом, выступающими элементами 652. На фиг. 18А-20 помимо выступающих частей 650 и 652, используемых для выравнивания и скрепления сегментов 42, 44 и/или 46 вместе, передняя стенка 54 каждого сегмента 42, 44 и/или 46 выполнена с такими размерами и расположена так, чтобы функционировать данным образом.

В дальнейшем описан способ сборки рамы 40 в сборе, проиллюстрированной на фиг. 18А-20. Во время сборки предусмотрен по меньшей мере один промежуточный сегмент 46. Например, при сборке пятиплунжерного насоса выполняют четыре промежуточных сегмента 46. Аналогичным образом, при сборке трехплунжерного насоса выполняют два промежуточных сегмента 46. Концевые сегменты 42 и 44 и заданное число промежуточных сегментов 46 выравнивают таким образом, чтобы концы каждой выступающей части 650 и края передних стенок 54, задних стенок 56 и верхних и нижних стенок 58 и 60 в соответствующих случаях были выровнены друг относительно друга и в других случаях были расположены рядом друг с другом для прикрепления посредством сварки или иного способа. В варианте осуществления, проиллюстрированном в данном документе, конец каждой выступающей части 650 включает в себя плоскую поверхность, имеющую скошенные углы для облегчения прикрепления посредством сварки. При выполнении выступающих частей 650, которые составляют одно целое с сегментами 42, 44 и/или 46, необходим только один сварной шов для соединения выступающих частей 650 вместе и, следовательно, соседних сегментов 42, 44 и/или 46 вместо использования одного ребра жесткости 22, которая должна быть приварена к обоим соседним сегментам 42, 44 и/или 46.

Фиг. 21-46 иллюстрируют один вариант осуществления калиброванной рамы в сборе, в котором рама 40 в сборе включает в себя опорные поверхности 84 для подшипников, имеющие различные диаметры для облегчения установки подшипниковых узлов 290 (фиг. 28), как более полно описано ниже. Как показано, в частности, на фиг. 21, которая представляет собой сечение рамы 40 в сборе, выполненное вдоль линии 21-21 по фиг. 29, каждая опорная поверхность 84 для подшипников выполнена с конфигурацией, обеспечивающей возможность приема подшипникового узла 290 и позволяющей в других отношениях обеспечить опору для подшипникового узла 290 (фиг. 28), предназначенного для обеспечения опоры для коленчатого вала 16 с возможностью вращения. Как проиллюстрировано на фиг. 21, диаметр каждой из опорных поверхностей 84 для подшипников увеличивается от самых внутренних промежуточных сегментов 46 в направлении наружу к концевым сегментам 42 и 44. Например, в варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 21 и 29, рама 40 в сборе включает в себя четыре промежуточных сегмента 300, 302, 304 и 306 и концевые сегменты 308 и 310. Каждый сегмент 300-310 включает в себя соответствующую опорную поверхность 312, 314, 316, 318, 320 и 322 для подшипников, предназначенную для обеспечения опоры для соответствующего подшипникового узла 290 (фиг. 28). Как проиллюстрировано на фиг. 21 и 29, самые внутренние предназначенные для подшипников опорные поверхности 314 и 316 на сегментах 302 и 304 образованы с внутренними диаметрами, которые меньше внутренних диаметров расположенных рядом, предназначенных для подшипников, опорных поверхностей 312 и 318 на соответствующих сегментах 300 и 306, как показано посредством величины, в два раза превышающей расстояние T1 (фиг. 21). Аналогичным образом, предназначенные для подшипников опорные поверхности 312 и 318 на соответствующих сегментах 300 и 306 образованы с диаметрами, которые меньше внутренних диаметров расположенных рядом предназначенных для подшипников опорных поверхностей 320 и 322 на соответствующих концевых сегментах 308 и 310, как показано, например, по-

средством величины, в два раза превышающей расстояние T2 (фиг. 21). В соответствии с некоторыми вариантами осуществления диаметр опорных поверхностей 314 и 316 для подшипников составляет приблизительно 25 дюймов (635 мм), диаметр опорных поверхностей 312 и 318 для подшипников составляет приблизительно 25,25 дюйма (641,35 мм) и диаметр опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников составляет приблизительно 25,5 дюйма (647,7 мм). Тем не менее, следует понимать, что диаметры могут варьироваться в зависимости от размера рамы 40 в сборе. Например, в некоторых вариантах осуществления диаметры могут находиться в диапазоне от 2 дюймов (50,8 мм) до 35 дюймов (889 мм) или даже иметь большие величины. Независимо от размера рамы 40 в сборе и как разъяснено ниже более подробно, данная конфигурация с изменяющимися или "градуированными" диаметрами опорных поверхностей 84 для подшипников обеспечивает возможность беспрепятственной и более простой установки подшипниковых узлов 290.

При продолжении рассмотрения фиг. 21 и 29-34 описана установка наружных колец 324 и 326 подшипников на опорные поверхности 314 и 316 для подшипников. Как проиллюстрировано, внутренние диаметры опорных поверхностей 312, 318, 320 и 322 для подшипников больше наружного диаметра наружных колец 324 и 326 подшипников. Например, в одном варианте осуществления наружный диаметр колец 324 и 326 подшипников составляет приблизительно 25 дюймов (635 мм). Таким образом, при перемещении наружных колец 324 и 326 подшипников в направлении стрелок 328 и 330 и через отверстия 110, образованные опорными поверхностями 312, 318, 320 и 322 для подшипников, относительные различия размеров, составляющие приблизительно 0,5 дюйма (12,7 мм), между наружными кольцами 324 и 326 подшипников и диаметром опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников и относительные различия размеров, составляющие приблизительно 0,25 дюйма (6,35 мм), между наружными кольцами 324 и 326 подшипников и диаметром опорных поверхностей 312 и 318 для подшипников обеспечивают возможность беспрепятственного перемещения колец 324 и 326 подшипников через них. В другом варианте осуществления внутренний диаметр по меньшей мере одной опорной поверхности 312, 318, 320 и 322 для подшипников превышает наружный диаметр по меньшей мере одного из наружных колец 324 и 326 подшипников. Таким образом, при установке колец 324 и 326 подшипников на опорных поверхностях 314 и 316 для подшипников кольца 324 и 326 подшипников вставляются в раму 40 в сборе в направлении соответствующих стрелок 328 и 330 по направлению к промежуточным сегментам 302 и 304 и через опорные поверхности 312, 318, 320 и 322 для подшипников с соответствующим зазором для минимизации и/или существенного уменьшения вероятности контакта наружных колец 324 и/или 326 подшипников с опорными поверхностями 312, 318, 320 и 322 для подшипников, который вызвал бы "захват" кольца 324 и/или 326 подшипника в неправильном положении и/или в других случаях повреждение колец 324 или 326 подшипников и/или опорных поверхностей 312, 318, 320 и 322 для подшипников. В некоторых вариантах осуществления наружные кольца 324 и 326 подшипников значительно охлаждаются, что вызывает усадку колец 324 и 326, в результате чего увеличиваются зазоры между кольцами 324 и 326 и опорными поверхностями 312, 318, 320 и 322. Когда кольца 324 и 326 расположены на опорных поверхностях 314 и 316 для подшипников, температура колец 324 и 326 повышается, что создает возможность теплового расширения колец 324 и 326 подшипников для создания посадки с натягом относительно опорных поверхностей 314 и 316 для подшипников.

Когда наружные кольца 324 и 326 подшипников будут установлены на опорных поверхностях 314 и 316 для подшипников (фиг. 22 и 34), наружные кольца 332 и 334 подшипников вставляют затем в раму 40 в сборе в направлении стрелок 328 и 330, как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 22 и 35-38. Аналогично наружным кольцам 324 и 326 подшипников, наружный диаметр колец 332 и 334 подшипников меньше внутреннего диаметра опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников для облегчения беспрепятственного перемещения колец 332 и 334 подшипников для размещения их в заданном положении на соответствующих опорных поверхностях 312 и 318. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления наружный диаметр колец 332 и 334 подшипников приблизительно на 0,25 дюйма (6,35 мм) меньше внутренних диаметров опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников. Тем не менее, следует понимать, что наружный диаметр колец 332 и 334 подшипников может варьироваться. Например, в одном варианте осуществления наружный диаметр колец 332 и 334 подшипников может быть меньше внутренних диаметров опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников на величину, находящуюся в диапазоне от 0,03 дюйма (0,762 мм) до 0,3 дюйма (7,62 мм). В других вариантах осуществления наружный диаметр по меньшей мере одного из колец 332 и 334 подшипников меньше внутренних диаметров опорных поверхностей 320 и 322 для подшипников на величину, которая равна или меньше 0,30 дюйма (7,62 мм), 0,25 дюйма (6,35 мм), 0,20 дюйма (5,08 мм), 0,15 дюйма (3,81 мм) или 0,10 дюйма (2,54 мм). В некоторых вариантах осуществления аналогичные изменения диаметров можно видеть при сравнении наружных диаметров колец 324 и 326 подшипников с наружными диаметрами колец 332 и 334 подшипников.

Как показано на фиг. 23, после установки колец 324, 326, 332 и 334 подшипников на раме 40 в сборе, как рассмотрено ниже более подробно, кольца 324, 326, 332 и 334 подшипников используются для обеспечения опоры для коленчатого вала 16 на раме 40 в сборе, как проиллюстрировано, например, на фиг. 28 и 41.

Далее рассматриваются фиг. 24-26, на которых проиллюстрирована сборка коленчатого вала 16 и внутренних колец 412 и 414 подшипников на нем. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 24, коленчатый вал 16, например, включает в себя множество шеек 400, 402, 404, 406, 408 и 410, которые выполнены с конфигурацией, обеспечивающей возможность приема на них множества колец 412 и 414 подшипников. Как проиллюстрировано на фиг. 24, шейки 404 и 406 образованы с диаметром, который больше диаметров шеек 402 и 408. Аналогичным образом, шейки 402 и 408 образованы с диаметром, который больше диаметра шеек 400 и 410. В соответствии с одним приведенным в качестве примера вариантом осуществления диаметры шеек 402 и 408 меньше диаметра шеек 404 и 406 на величину, составляющую от приблизительно 0,030 до 0,062 дюйма (от приблизительно 0,762 до 1,5748 мм), хотя следует понимать, что относительные длины могут быть или больше, или меньше. Кроме того и в соответствии с другим приведенным в качестве примера вариантом осуществления диаметр шеек 400 и 410 меньше диаметра шеек 404 и 406 на величину, составляющую от приблизительно 0,062 до 0,124 дюйма (от приблизительно 1,5748 до 3,1496 мм), хотя следует понимать, что относительные длины могут быть или больше, или меньше. Независимо от величины диаметра шеек 400, 402, 404, 406, 408 и 410 диаметры с изменяющимися величинами обеспечивают легкость установки и/или снятия подшипников коленчатого вала с коленчатого вала 16.

Например, при сборке подшипниковых узлов 412-418 на коленчатом валу 16 сначала устанавливаются внутренние кольца 412 подшипников, после чего устанавливают внутренние кольца 414 подшипников. Как проиллюстрировано на фиг. 24 и 25, например, внутренний диаметр внутренних колец 412 подшипников больше наружных диаметров поверхностей шеек 400, 402, 408 и 410, что способствует беспрепятственной установке колец 412 подшипников на коленчатый вал 16 и, в частности, на шейки 404 и 406. В частности, внутренние кольца 412 подшипников устанавливают в заданном положении рядом с каждым концом коленчатого вала 16 и перемещают в направлении стрелок 328 и 330 по направлению к шейкам 404 и 406. После того как самые внутренние подшипниковые узлы 412 будут зафиксированы на поверхностях 404 и 406, два внутренних кольца 414 подшипников размещают затем на шейках 402 и 408, как проиллюстрировано на фиг. 26. Внутренний диаметр внутренних колец 414 подшипников больше диаметра шеек 400 и 410 для облегчения беспрепятственного перемещения в направлении стрелок 328 и 330 по шейкам 400 и 410. Как только внутренние кольца 412 и 414 подшипников будут зафиксированы на коленчатом валу 16, устанавливают компоненты наружных подшипников, которые включают в себя кольца 416 и 418 подшипников, на шейках 400 и 410 и вокруг шеек 400 и 410, как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 26.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, помимо задания размеров компонентов так, чтобы они имели разные диаметры, не вызывающие взаимодействий, коленчатый вал 16, если требуется, охлаждают до заданной температуры для осуществления снижения температуры, что вызывает сужение/уменьшение размера коленчатого вала. Когда коленчатый вал 16 охлажден и находится в суженном состоянии, внутренние кольца 412, 414, 416 и 418 подшипников могут быть установлены на коленчатом валу 16 в заданном положении. По мере увеличения температуры коленчатого вала 16 кольца 412, 414, 416 и 418 подшипников фиксируются относительно коленчатого вала 16 за счет посадки с натягом. В соответствии с другими вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, внутренние кольца 412, 414, 416 и 418 подшипников могут быть нагреты (например, посредством индукционного нагрева) до заданной температуры, что вызывает увеличение размера внутренних колец 412, 414, 416 и 418 подшипников. Внутренние кольца 412, 414, 416 и 418 подшипников могут быть затем установлены на коленчатом валу 16 в заданном положении и зафиксированы относительно него за счет посадки с натягом.

После установки колец 412, 414, 416 и 418 подшипников на коленчатом валу 16 (фиг. 26 и 40) коленчатый вал 16 фиксируют внутри рамы 40 в сборе. Как показано, в частности, например, на фиг. 27, 28, 40 и 41, коленчатый вал 16 перемещают в направлении стрелки 328 так, чтобы внутренние кольца 412 подшипников оказались выровненными относительно наружных колец 324 и 326 подшипников и в других случаях оказались введенными во взаимодействие с наружными кольцами 324 и 326 подшипников, внутренние кольца 414 подшипников оказались выровненными относительно наружных колец 332 и 334 подшипников и в других случаях оказались введенными во взаимодействие с наружными кольцами 332 и 334 подшипников и кольцо 418 подшипника оказалось выровненным относительно отверстия 110 в конце сегмента 44. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления коленчатый вал 16 может быть установлен с противоположной стороны рамы 40 в сборе так, что при перемещении в направлении, противоположном по отношению к стрелке 328, коленчатый вал 16 будет вставлен в раму 40 в сборе.

Как показано далее на фиг. 39-43, поддерживающее устройство 700 для коленчатого вала используется для обеспечения опоры для коленчатого вала 16 во время его установки и удаления. При использовании поддерживающее устройство 700 для коленчатого вала выполнено с конфигурацией, обеспечивающей опору для коленчатого вала 16, по существу, в горизонтальном положении, как проиллюстрировано, например, на фиг. 40, чтобы облегчить выставление коленчатого вала 16 относительно опорных поверхностей 84 для подшипников. Как разъяснено выше, после выставления относительно опорных поверхностей 84 для подшипников коленчатый вал 16 может быть перемещен вдоль горизонтальной оси

(поднят и поддержан посредством крана или иным способом) в направлении стрелки 328 для вставки в отверстия 110, образованные опорными поверхностями 84 для подшипников. После ориентирования коленчатого вала 16 в заданном положении поддерживающее устройство 700 отсоединяют от коленчатого вала 16.

Как показано, в частности, на фиг. 39, поддерживающее устройство 700 включает в себя раму 702 в сборе, имеющую первый сегмент 704, ориентированный так, что он проходит, по существу, вдоль длины коленчатого вала 16, и вторую часть 706, проходящую от первой части 704. Рама в сборе дополнительно включает в себя базовую часть 708, которая, как описано ниже с дополнительными подробностями, используется для крепления коленчатого вала 16 к поддерживающему устройству 700. Как проиллюстрировано, вторая часть 706 проходит на заданное расстояние от первой части 704 для обеспечения возможности размещения коленчатого вала 16 на таком расстоянии от первой части 704, чтобы при вставке коленчатого вала внутрь опорных поверхностей 84 для подшипников первая часть 704 не контактировала ни с какой частью кожуха 12 приводной части.

Как показано на фиг. 39 и 43, базовая часть 708 включает в себя полость 710, выполненную с такими размерами, чтобы она соответствовала концу коленчатого вала 16 и обеспечивала возможность приема конца коленчатого вала 16 в ней. Как проиллюстрировано на фиг. 43-44, конец коленчатого вала включает в себя резьбовые отверстия, соответствующие отверстиям 716 в базовой части 708. При креплении поддерживающего устройства 700 к коленчатому валу 16 отверстия 716 выравнивают относительно соответствующих отверстий на конце коленчатого вала 16, и два винта 718 с резьбой вставляют через них для надежного крепления коленчатого вала 16 к поддерживающему устройству 700.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 39-43, первая часть 704 включает в себя две проушины 720, предназначенные для приема конструктивного элемента для подвешивания и контактного взаимодействия с конструктивным элементом для подвешивания, таким как цепь 722, которая проходит от крана или другой подъемной конструкции (непроиллюстрированной). Проушины 720 расположены на первой части 704, и длина цепей 722 имеет такую величину, чтобы коленчатый вал 16, будучи прикрепленным к поддерживающему устройству 700, оставался, по существу, горизонтальным и/или в других случаях параллельным оси, проходящей через центры отверстий 110, образованных опорными поверхностями 84 для подшипников. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления проушины 720 имеют грузоподъемные серьги (непроиллюстрированные), вставленные в них, для фиксации поддерживающего устройства 700 относительно цепей. Одна подъемная серьга прикрепляется к цепи с одной длиной, и вторая серьга прикрепляется к регулируемой цепи для обеспечения свободы наклона во время установки. Например, проушина 720, которая расположена дальше всего от второй части 706, может быть введена в контактное взаимодействие с регулируемым конструктивным элементом для подвешивания, таким как цепь 722, так, что коленчатый вал 16 может быть выровнен, по существу, горизонтально (например, чтобы способствовать выставлению коленчатого вала 16 относительно опорных поверхностей 84 для подшипников) посредством регулирования регулируемого конструктивного элемента для подвешивания.

Следует понимать, что поддерживающая конструкция 700 может иметь иную конфигурацию. Например, первая часть 704 может проходить на расстояние, более длинное или более короткое по сравнению с общей длиной коленчатого вала 16. Аналогичным образом, длина второй части 706 может в других случаях меняться (то есть может быть больше или меньше, чем длина, показанная на фиг. 39-43), и вторая часть 706 может проходить в любом направлении, отличном от направления, перпендикулярного к первой части 704. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления поддерживающая конструкция 700 образована из металла, при этом первая часть 704, вторая часть 706 и базовая часть сварены вместе. Тем не менее, следует понимать, что опорная конструкция 700 может быть образована по-другому из неметаллического материала и может представлять собой, например, единую сплошную конструкцию, образованную без сварки.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления и как лучше всего проиллюстрировано на фиг. 28 и 43-47, после установки коленчатого вала 16 в приводной части 12 два несущих элемента 420 и 422, которые служат опорой для колец 290 подшипников, расположенных на них, устанавливают соответственно на концевых сегментах 310 и 308 для обеспечения опоры для коленчатого вала 16 с возможностью его вращательного движения.

Как показано на фиг. 48-50, редуктор 600 прикреплен к концевой плите 44 рамы 40 в сборе посредством пары рычажных элементов 602 для противодействия перемещению редуктора 600 относительно рамы 40 в сборе. На фиг. 48-50, например, проиллюстрированы два рычажных элемента 602, однако в других вариантах осуществления может быть использовано большее или меньшее число рычажных элементов 602. Например, в соответствии с некоторыми вариантами осуществления три или более рычажных элементов 602 закреплены между концевой плитой 44 и редуктором 600 для противодействия перемещению концевой плиты 44 и редуктора 600 друг относительно друга. При эксплуатации положение рычажных элементов 602 оптимизировано для противодействия повороту и аксиальному перемещению с целью предотвращения и/или в других случаях устранения повреждения рамы 40 и/или редуктора 600, включая наружный кожух и, следовательно, компоненты в нем.

На фиг. 48-50 видно, что первый и второй концы 604 и 606 рычажных элементов 602 прикреплены соответственно к концевой плите редуктора 600 (например, у ребра жесткости 620) и концевой плите 44 рамы 40 в сборе (например, у ребра жесткости 620) так, что рычажные элементы 602 проходят параллельно и в одной и той же плоскости (фиг. 50). В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 48, рычажные элементы 602, по существу, проходят и, другими словами, расположены в вертикальной плоскости, которая расположена вблизи передней стенки 54 и/или же рядом с передней стенкой 54 рамы 40 в сборе. Тем не менее, в других вариантах осуществления рычажные элементы 602 могут быть выполнены с иной конфигурацией для адаптации к другому размеру и/или центру тяжести редуктора 600, которые изменяются в зависимости от размера возвратно-поступательной насосной установки 10. Например, рычажные элементы 602 могут быть прикреплены непараллельно и/или могут проходить в разных плоскостях. Кроме того, рычажные элементы 602 вместо их размещения и прикрепления вблизи передней стенки 54 или рядом с передней стенкой 54 рамы 40 в сборе могут быть закреплены в других местах, например в любом месте между передней стенкой 54 и задней стенкой 56 рамы 40 в сборе. Аналогичным образом, рычажные элементы 602 закреплены в любом месте вдоль редуктора 600 для противодействия повороту и/или аксиальному перемещению редуктора 600 относительно рамы 40 в сборе.

Как показано на фиг. 51-54, рычажный элемент 602 включает в себя удлиненный основной элемент 608 и шаровые шарниры 610 на первом и втором концах 604 и 606 для облегчения поворота, как дополнительно рассмотрено ниже, во время установки и прикрепления рычажных элементов 602 к редуктору 600 и раме 40 в сборе. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления каждый рычажный элемент 602 выполнен с возможностью его регулирования по длине для приспособления к имеющим разные размеры конфигурациям возвратно-поступательной насосной установки 10. Например, как показано на фиг. 53, каждый шаровой шарнир 610 выполнен с возможностью перемещения относительно удлиненного основного элемента 608 посредством двух регулировочных болтов 612 с резьбой так, что в том случае, когда желательно увеличить длину рычажного элемента 602, удлиненный основной элемент 608 поворачивают относительно болтов 612 на каждом конце 604 и 606. Таким образом, например, в том случае, когда желательно увеличить длину рычажного элемента 602, основной элемент 608 поворачивают в направлении стрелки 614 (фиг. 51), что, в свою очередь, вызывает поворот основного элемента 608 относительно болтов 612 (фиг. 53) для увеличения длины рычажного элемента 602. Аналогичным образом, в том случае, когда желательно уменьшить длину рычажного элемента 602, основной элемент поворачивают в направлении, противоположном по отношению к стрелке 614, для обеспечения перемещения основного элемента 608 относительно болтов 612 для уменьшения длины рычажного элемента 602. Когда длина рычажного элемента 602 представляет собой заданную длину, две гайки 616 затягивают так, чтобы они прилегали к основному элементу 608, для предотвращения относительного перемещения регулировочных болтов 612 относительно удлиненного основного элемента 608.

Несмотря на то что проиллюстрированные варианты осуществления рычажного элемента 602 имеют регулировочные болты 612 с обеих сторон удлиненного основного элемента 608, следует понимать, что рычажный элемент 602 может быть выполнен с иной конфигурацией. Например, в некоторых вариантах осуществления рычажный элемент 602 имеет фиксированную длину без возможности регулирования его длины. В других вариантах осуществления рычажный элемент 602 включает в себя только один конец 604 или 606, который выполнен с возможностью регулирования длины. Таким образом, например, рычажный элемент 602 включает в себя только один болт 612 с резьбой, выполненный с возможностью регулирования для удлинения или укорачивания рычажного элемента 602. В иных вариантах осуществления рычажный элемент 602 включает в себя телескопические части (непроиллюстрированные), которые скользят и перемещаются иным образом телескопически для регулирования их длины. Шплинт или любое другое фиксирующее приспособление может быть использовано для фиксации телескопических сегментов для предотвращения отделения и/или перемещения элементов друг относительно друга во время эксплуатации насосной установки 10.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 51-54, рычажные элементы 602 прикреплены к насосной установке 10 и редуктору 600 посредством ступенчатого болта 618/болта 618 с заплечиком, расположенного на каждом конце 604 и 606. Ступенчатые болты 618 обеспечивают фиксацию концов опорных элементов 602 относительно соответствующих ребер жесткости 620 на кожухе 12 приводной части и редукторе 600 (фиг. 49).

Как показано, в частности, на фиг. 54, каждый 4-ступенчатый болт 618 выполнен с размерами, обеспечивающими возможность его вставки в отверстие 622, обработанное цекованием и образованное в каждом ребре жесткости 620. Как проиллюстрировано на фиг. 54, каждое отверстие, обработанное цекованием, включает в себя первую часть 622a, имеющую первый диаметр, и вторую часть 622b, имеющую второй диаметр. На фиг. 54 первый диаметр превышает второй диаметр для того, чтобы, как рассмотрено ниже с дополнительными подробностями, обеспечить прием соответствующих частей ступенчатого болта 618 для уменьшения поломок ступенчатого болта 618, которые часто происходят в качестве реакции на напряжения сдвига, возникающие во время эксплуатации возвратно-поступательной насосной установки 10.

В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 54, ступенчатый болт 618 включает в се-

бя первую часть 618a, имеющую первый диаметр, и вторую часть 618b, имеющую второй диаметр, при этом диаметры первой и второй частей 618a и 618b соответствуют диаметрам частей 622a и 622b отверстия 622, обработанного цекованием. Ступенчатый болт 618 закреплен в отверстии 622, обработанном цекованием, посредством резьбового соединения между частями 618b и 622b соответственно ступенчатого болта 618 и отверстия 622, обработанного цекованием. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления первая часть 622a отверстия 622, обработанного цекованием, получена прецизионной механической обработкой для обеспечения зазора между первой частью 618a ступенчатого болта 618 и первой частью 622a отверстия 622, обработанного цекованием, который составляет приблизительно 0,002 дюйма (0,0508 мм). Соответственно, когда сдвигающая сила F действует на ступенчатый болт 618, значительная часть сдвига "поглощается" первой частью 618a или, другими словами, значительной части сдвига противодействует первая часть 618a ступенчатого болта 618, а не резьбовая вторая часть 618b ступенчатого болта 618. Следует понимать, что зазор между первой частью 618a ступенчатого болта 618 и первой частью 622a отверстия 622, обработанного цекованием, может варьироваться (то есть зазор между ними может составлять больше или меньше 0,002 дюйма (0,0508 мм)). При наличии первой части 618a с большим диаметром, который превышает диаметр второй части 618b, напряжения сдвига, действующие на резьбовую часть 618b, уменьшаются, в результате чего уменьшается вероятность разрушения соединения между рычажным элементом 602 и рамой 40 в сборе и редуктором 600.

Во время сборки возвратно-поступательной насосной установки 10 редуктор 600 прикрепляют к кожуху 12 приводной части. При креплении по меньшей мере один рычажный элемент 602 предусмотрен для крепления между концевым сегментом 44 и редуктором 600 для противодействия относительному перемещению, включая аксиальное перемещение и поворот редуктора 600 и кожуха 12 приводной части друг относительно друга. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления сначала длину рычажного элемента 602 регулируют до необходимой длины для присоединения как к кожуху 12 приводной части, так и к редуктору 600. После регулирования до заданной длины концы 604 и 606 рычажного элемента 602 выравнивают относительно отверстий 622, обработанных цекованием, на соответствующем кожухе 12 приводной части и редукторе 600. После этого ступенчатые болты 618 вставляют через шаровые шарниры 610 на соответствующих концах 604 и 606 и затем в отверстия 622, обработанные цекованием. Каждый ступенчатый болт 618 затягивают в отверстиях 622, обработанных цекованием, для предотвращения отделения ступенчатых болтов 618 от отверстий 622, обработанных цекованием.

В альтернативном варианте или конец 604, или конец 606 сначала прикрепляют или к кожуху 12 приводной части, или к редуктору 600, как описано ранее. После данного прикрепления незакрепленный или свободный конец 604 или 606 поворачивают посредством шарового шарнира 610 так, чтобы шаровой шарнир 610 на незакрепленном конце рычажного элемента 602 в других отношениях был выровнен относительно отверстия 622, обработанного цекованием, на кожухе 12 приводной части или редукторе 600, который не прикреплен к рычажному элементу 602. После выравнивания ступенчатый болт 618 используют для прикрепления второго конца 604 или 606 к соответствующему отверстию 622, обработанному цекованием. Если, тем не менее, перед прикреплением второго конца 604 или 606 невозможно выставить шаровой шарнир 610 относительно отверстия 622, обработанного цекованием, длину рычажного элемента 602 регулируют, как рассмотрено ранее, так, чтобы шаровой шарнир 610 был выровнен относительно отверстия 622, обработанного цекованием, для обеспечения возможности закрепления рычажного элемента 602 в нем посредством ступенчатого болта 618.

Следует понимать, что, несмотря на то, что рычажные элементы 602 закреплены между редуктором 600 и кожухом 12 приводной части, рычажные элементы 602 могут быть использованы иным образом. Например, как показано на фиг. 55, один рычажный элемент 602 закреплен между кожухом 12 приводной части и второй рычажный элемент 602 закреплен между редуктором 600 и опорой, или прицепом 660. В альтернативном варианте рычажные элементы 602 могут оба проходить от редуктора 600 и кожуха 12 приводной части непосредственно до салазок и/или прицепа 660.

Как показано на фиг. 56 и 57, кожух 12 приводной части опирается на опору 500. Как показано, в частности, на фиг. 56, опора 500 включает в себя базовый элемент 502, при этом базовый элемент имеет два боковых сегмента 504 и 506, поперечные сегменты 508, 510 и 512, проходящие между боковыми сегментами 504 и 506 и соединяющие боковые сегменты 504 и 506, и ножки 514, предназначенные для обеспечения опоры для салазок 500 на опорной поверхности. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 56, опора 500 включает в себя множество подкладок 516, 518, 520, 522, 524, 526, 528 и 530, которые соответствуют ножкам 52 на раме 40 в сборе. Например, как показано, в частности, на фиг. 55, подкладки 520, 522, 524 и 526 соответствуют ножкам 52 на промежуточных сегментах 46 и расположены так, чтобы они были совмещены с ножками 52 на промежуточных сегментах 46. Аналогичным образом, подкладки 516, 518, 528 и 530 соответствуют ножкам 52 на концевых сегментах 42 и 44 и расположены так, чтобы они были совмещены с ножками 52 на концевых сегментах 42 и 44. Опора 500 дополнительно включает в себя две подкладки 532 и 534 для обеспечения опоры по меньшей мере для части кожуха 14 гидравлической напорной части (фиг. 1). Как показано, в частности, на фиг. 57, каждый из боковых сегментов 504 и 506 и поперечного сегмента 508 включает в себя множество ребер жесткости

540, прикрепленных к нему для повышения жесткости салазок 500 с целью противодействия изгибающим и скручивающим нагрузкам. На фиг. 57 каждый боковой сегмент 504 и 506 включает в себя два разнесенных ребра жесткости 540, и поперечный сегмент 508 включает в себя пять разнесенных ребер жесткости 540, расположенных между подкладками 518, 520, 522, 524, 526 и 530. Тем не менее, следует понимать, что большее или меньшее число ребер жесткости 540 может быть использовано на опоре 500 для повышения их жесткости.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления подкладки 520, 522, 524 и 526 имеют толщину, которая отличается от толщины подкладок 516, 518, 528 и 530. Например, в варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 56, подкладки 520, 522, 524 и 526 имеют толщину, которая меньше толщины подкладок 516, 518, 528 и 530. Различная толщина обеспечивает зазор между ножками 52 и подкладками 520, 522, 524 и 526 для обеспечения возможности подклинивания рамы 40 в сборе для уменьшения "качания", вибраций, деформации и другого нежелательного перемещения.

Во время изготовления рамы 40 в сборе в соответствии с одним вариантом осуществления ножки 52 на сегментах 42, 44 и 46 механически обрабатываются так, чтобы они находились в одной и той же плоскости, чтобы в том случае, когда рама в сборе будет опираться на подкладки 516, 518, 520, 522, 524, 526, 528 и 530, ножки 52 на концевых сегментах 42 и 44 находились в контакте с подкладками 516, 518, 528 и 530 и ножки 52 на промежуточных сегментах 46 были совмещены с подкладками 520, 522, 524 и 526, но в других отношениях находились на расстоянии от подкладок 520, 522, 524 и 526 для обеспечения зазора, предназначенного для приема прокладочного или другого дистанционирующего элемента. Во время присоединения кожуха 12 приводной части к опоре 500 заданные прокладочные или другие дистанционирующие элементы могут быть вставлены в зазоры, образованные между ножками 52 и подкладками 520, 522, 524 и 526 для уменьшения и/или же устранения качания или другого нежелательного перемещения кожуха 12 приводной части относительно салазок 500. В других вариантах осуществления ножки 52 на промежуточных сегментах 46 образованы так, что они проходят до плоскости, отличающейся от плоскости, "содержащей" ножки 52 на концевых сегментах 42 и 44, и подкладки 520, 522, 524 и 526 имеют меньшую толщину, чем подкладки 516, 518, 528 и 530. В других вариантах осуществления все подкладки 516-528 имеют одинаковую толщину, и прокладки используются для заполнения любого зазора между ножкой 52 и подкладками 516-528.

В соответствии с другими вариантами осуществления подкладки имеют различающуюся толщину для приспособления к изгибам в опоре 500. Например, в том случае, когда поперечный сегмент 508 изогнут (то есть часть сегмента 508, расположенная рядом с подкладкой 530, находится ниже, чем часть сегмента 508, расположенная рядом с подкладкой 518), подкладки 518, 520, 522, 524, 526 и/или 530 подвергают механической обработке при необходимости так, чтобы верхняя поверхность 518', 520', 522', 524', 526' и/или 530' подкладок находилась в одной и той же плоскости. Соответственно, если часть сегмента 508, расположенная рядом с подкладкой 530, находится ниже, чем часть сегмента 508, расположенная рядом с подкладкой 518, толщина подкладки 530 будет больше толщины подкладки 518, поскольку большая часть подкладки 518 должна быть удалена для того, чтобы поверхности 518' и 530' находились в одной и той же плоскости.

Далее рассматриваются фиг. 58-60, на которых проиллюстрирована альтернативная конфигурация 800 салазок. На фиг. 58 и 59 опора 800 включает в себя поперечные опорные элементы 808, 810 и 812, проходящие между боковыми сегментами 804 и 806 и соединяющие боковые сегменты 804 и 806. Поперечные опорные элементы 810 и 812 образованы с полым внутренним пространством и обеспечивают дополнительную жесткость и опору для зон вокруг подкладок 816, 828, 832 и 834. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 58 и 59, например, поперечный сегмент 808 выполнен с формой двутавровой балки и включает в себя множество вертикальных ребер жесткости 840, расположенных с каждой стороны полки 841; тем не менее, следует понимать, что поперечный сегмент может иметь формы, отличные от формы двутавровой балки. Опора 800 дополнительно включает в себя множество вертикальных усилительных накладок 840, расположенных на боковых сегментах 804 и 806. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 59, боковые сегменты 804 и 806 образованы с "С"-образным пазом, в котором расположены ребра жесткости 840; тем не менее, следует понимать, что боковые сегменты 804 и 806 могут быть образованы с формой, отличной от "С"-образной. Кроме того, каждый из боковых сегментов 804 и 806 включает в себя множество ребер жесткости 842, расположенных под углом и расположенных в "С"-образном пазе. Ребра жесткости 840 и 842 придают дополнительную опору и жесткость опоре 800.

Как показано, в частности, на фиг. 58 и 59, поперечный сегмент 508 включает в себя множество ребер жесткости 840, расположенных вокруг подкладок 818, 820, 822, 824, 826 и 830 и с обеих сторон полки 841 для обеспечения дополнительной опоры, когда кожух 12 приводной части прикреплен к опоре 800. В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 59, ребра жесткости 840 расположены так, чтобы образовать паз 844 для обеспечения доступа к крепежным болтам (непроиллюстрированным) для обеспечения возможности затягивания крепежных болтов с целью крепления ножек 52 к опоре 800. В соответствии с некоторыми вариантами осуществления каждый боковой сегмент 804 и 806, если требуется, включает в себя усилительную плиту 862, прикрепленную к нему для придания дополнительной

жесткости к опоре 800. На фиг. 58 усилительная плита 862, например, проходит, по существу, между поперечными опорными элементами 808 и 810. Несмотря на это, усилительные плиты могут проходить на меньшие расстояния и/или могут быть образованы из множества частей.

Следует понимать, что опоры 500 и 800 могут быть выполнены с иной конфигурацией. Например, может быть использовано большее или меньшее число поперечных сегментов. Аналогичным образом, дополнительные боковые сегменты могут быть расположены параллельно боковым сегментам 504, 506 и 804, 806. В других вариантах осуществления дополнительные сегменты могут быть расположены под углом между боковыми сегментами, поперечными сегментами или любой их комбинацией.

Как показано, в частности, на фиг. 58-60, опора 800 дополнительно включает в себя множество монтажных отверстий 846, расположенных в боковых сегментах 804 и 806, при этом отверстия 846 разнесены и расположены так, чтобы обеспечить возможность крепления салазок 800 к прицепу 848 (фиг. 60). В варианте осуществления, проиллюстрированном на фиг. 60, прицеп 848 включает в себя шасси 850, имеющее продольные сегменты 852 и 854 рамы и поперечный сегмент 856, проходящий между продольными сегментами 852 и 854 рамы. Продольные сегменты 852 и 854 включают в себя пазы, расположенные так, чтобы они были совмещены с пазами 846 на опоре 800, для обеспечения возможности крепления салазок 800 к шасси 850 посредством множества болтов или других подходящих средств крепления. Как проиллюстрировано на фиг. 58 и 59, пазы 846 являются удлиненными для приспособления к шасси 850, имеющим разные размеры (то есть продольные сегменты 852 и 854 рамы могут быть расположены дальше друг от друга или ближе друг к другу). Как показано на фиг. 60, кронштейн 860, если требуется, может быть прикреплен к шасси 850 и проходит консольно от шасси 850 для обеспечения дополнительной опоры для салазок 800, когда кожух 12 приводной части прикреплен к ним.

Как показано на фиг. 61 и 62, нижний покрывающий элемент 164 приварен к промежуточному плитовому сегменту 46. На фиг. 61 и 62 нижний покрывающий элемент 164 образован, по существу, с "J"-образной канавкой 920 на каждом крае для соединения с соответствующим сегментом 46 (или конечным плитовым сегментом 42 или 44 в зависимости от обстоятельств) на его крае, образующем сварное соединение, рядом с наружной поверхностью. Сегмент 46 имеет канавку 905 с формой, по существу, перевернутой буквы "J" и поддерживающий уступ 910. Поддерживающий уступ 910 обеспечивает опору для "корневой" поверхности 919 нижнего покрывающего элемента 164 на опорной поверхности 915. Переход от опорной поверхности 915 к "J"-образной канавке 905 осуществляется посредством сопрягающейся поверхности 913, которая прилегает к сопрягающемуся концу 917 нижнего покрывающего элемента 164. Сопрягающаяся поверхность 913 предотвращает боковое перемещение нижнего покрывающего элемента 164.

В одном варианте осуществления сопрягающаяся поверхность 913 имеет глубину, составляющую приблизительно 0,06 дюйма (1,524 мм), и опорная поверхность 915 проходит на приблизительно 0,13 дюйма (3,302 мм) от сопрягающейся поверхности 913. Сопрягающийся конец 917 имеет толщину, составляющую приблизительно 0,06 дюйма (1,524 мм), и, таким образом, может обеспечить равномерное соединение "J"-образной канавки 920 с "J"-образной канавкой 905, как дополнительно описано ниже.

"J"-образная канавка 920 нижнего покрывающего элемента 164 соединена с "J"-образной канавкой 905 сегмента 46 для образования "U"-образной канавки для приема металла сварочного шва для обеспечения возможности образования сварного шва с проплавлением основного металла, при этом не требуется отдельная подкладка. Например, расплавленный металл 930 сварного шва подают в "U"-образную канавку, образованную из двух "J"-образных канавок 905 и 920. В одном варианте осуществления металл 930 сварного шва может представлять собой такой же металл, как базовый металл сегмента 46 и нижнего покрывающего элемента 164, или материал, который по свойствам аналогичен базовому металлу сегмента 46 и нижнего покрывающего элемента 164.

Сплавление при сварке происходит между металлом 930 сварного шва, нижним покрывающим элементом 164 и сегментом 46 и обеспечивает образование сплавленной зоны 935, проходящей через толщину сегмента 46, в результате чего три компонента (то есть сегмент 46, материал 930 сварного шва и нижний покрывающий элемент 164) объединяются в один. Например, сплавленная зона может иметь толщину, составляющую от приблизительно 0,06" (1,524 мм) до 0,13" (3,302 мм) в зависимости от мощности при сварке и свариваемого материала. Затвердевший металл 930 сварного шва, возможно, необязательно будет выровнен, как проиллюстрировано, но поверхность, близкая к плоской, может быть получена при надлежащем регулировании количества металла 930 сварного шва. Могут быть использованы различные способы сварки, такие как дуговая сварка порошковой проволокой/сварочным электродом, газовая дуговая сварка металлическим электродом, дуговая сварка под флюсом или другой соответствующий способ. В некоторых вариантах осуществления сегмент 46, металл 930 сварного шва и нижний покрывающий элемент 164 могут быть погружены в раствор для сварки.

Следует понимать, что вышеупомянутый процесс сварки может быть использован для прикрепления как комплекта 162 верхних покрывающих элементов, так и комплекта 164 нижних покрывающих элементов к конечным и промежуточным плитовым сегментам 42, 44 и/или 46.

Различные варианты осуществления и аспекты, описанные в данном документе, обеспечивают множество преимуществ, например, такие как выполнение рамы 40 в сборе, предназначенной для кожуха

приводной части и имеющей компоненты, которые могут самовыравниваться, обеспечивать возможность вставки подшипниковых узлов при минимальном риске того, что подшипниковые узлы будут "захвачены" на опорных поверхностях для подшипников, могут быть легче собраны, требуют меньше сварки, могут быть изготовлены с уменьшенным весом и имеют повышенную прочность, в результате чего при функционировании они имеют меньший прогиб и/или деформацию, что обеспечивает увеличение эксплуатационного срока службы и повышенную целостность рамы 40 в сборе при одновременном снижении затрат на производство.

В вышеприведенном описании определенных вариантов осуществления специфическая терминология использовалась для ясности. Тем не менее, раскрытие изобретения не предназначено для того, чтобы быть ограниченным определенными терминами, выбранными таким образом, и следует понимать, что каждый конкретный термин охватывает другие технические эквиваленты, которые функционируют аналогичным образом для выполнения аналогичной технической задачи. Такие термины, как "левый" и "правый", "передний" и "задний", "выше" и "ниже" и тому подобные, используются в качестве удобных слов для обеспечения ориентиров, и их не следует рассматривать как ограничивающие термины.

В данном описании слово "содержащий" следует понимать в его "открытом" смысле, то есть в смысле "включающий в себя", и, следовательно, оно не ограничено его "закрытым" смыслом, то есть значением "состоящий только из".

Соответствующее значение должно быть придано соответствующим словам "содержать", "содержащийся" и "содержит" там, где они появляются.

Кроме того, выше описаны только некоторые варианты осуществления изобретения(й), и могут быть выполнены их изменения, модификации, дополнения к ним и/или замены без отхода от объема и сущности раскрытых вариантов осуществления, при этом данные варианты осуществления являются иллюстративными, а не ограничивающими.

Кроме того, изобретение(я) было(и) описано(ы) в связи с тем, что в настоящее время рассматривается как наиболее целесообразное для реализации на практике и в предпочтительных вариантах осуществления, и следует понимать, что изобретение не должно быть ограничено раскрытыми вариантами осуществления, но, напротив, предназначено для охвата различных модификаций и эквивалентных конструкций, находящихся в пределах сущности и объема изобретения(й). Кроме того, различные варианты осуществления, описанные выше, могут быть реализованы в сочетании с другими вариантами осуществления, например аспекты одного варианта осуществления могут быть скомбинированы с аспектами другого варианта осуществления для реализации третьих вариантов осуществления. Кроме того, каждый независимый признак или компонент любой отдельно взятой установки может образовывать дополнительный вариант осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Опора для возвратно-поступательной насосной установки, содержащей раму в сборе, предназначенную для приводной части, имеющую пару концевых плит и множество промежуточных плит, расположенных между концевыми плитами, при этом каждая из концевых плит имеет по меньшей мере пару ножек и каждая из промежуточных плит имеет по меньшей мере одну ножку, при этом опора содержит основание, включающее в себя множество ребер жесткости; и множество подкладок, выступающих от основания вблизи множества ребер жесткости и имеющих различную толщину, при этом по меньшей мере часть множества подкладок соответствует ножкам концевых плит упомянутой насосной установки и, по меньшей мере, другая часть множества подкладок соответствует по меньшей мере одной ножке каждой промежуточной плиты упомянутой насосной установки.

2. Опора по п.1, в которой множество подкладок имеет разную толщину для приспособливания к изгибу основания так, чтобы верхняя поверхность каждой из множества подкладок находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

3. Опора по п.1, в которой основание включает в себя пару боковых сегментов и по меньшей мере один поперечный сегмент, проходящий между парой боковых сегментов и соединяющий эту пару боковых сегментов.

4. Опора по п.3, в которой данный по меньшей мере один поперечный сегмент представляет собой двутавровую балку.

5. Опора по п.3, в которой подкладки, соответствующие данной по меньшей мере одной ножке каждой промежуточной плиты, выступают от данного по меньшей мере одного поперечного сегмента.

6. Опора по п.3, в которой подкладки, соответствующие ножкам концевых плит, выступают от пары боковых сегментов.

7. Опора по п.3, дополнительно содержащая второй поперечный сегмент, проходящий между парой боковых сегментов и соединяющий пару боковых сегментов.

8. Опора по п.7, дополнительно содержащая третий поперечный сегмент, проходящий между парой боковых сегментов и соединяющий пару боковых сегментов.

9. Опора по п.3, в которой данный по меньшей мере один поперечный сегмент представляет собой

трубчатый элемент.

10. Опора по п.3, в которой основание включает в себя множество ребер жесткости, расположенных, по существу, рядом с множеством подкладок.

11. Опора по п.1, при этом опора выполнена с возможностью присоединения к транспортному средству для транспортировки.

12. Способ крепления возвратно-поступательной насосной установки к опоре по п.1, при этом возвратно-поступательная насосная установка включает в себя пару концевых сегментов и по меньшей мере один промежуточный сегмент, расположенный между концевыми сегментами, при этом способ включает прикрепление множества подкладок, имеющих различную толщину, к базовой секции опоры, при этом множество подкладок соответствуют ножкам пары концевых сегментов и по меньшей мере одной ножке указанного по меньшей мере одного промежуточного сегмента возвратно-поступательной насосной установки;

прикрепление по меньшей мере одного ребра жесткости к базовой секции вблизи по меньшей мере одной из множества подкладок;

выравнивание ножек насосной установки относительно соответствующей подкладки на базовой секции и

прикрепление ножек насосной установки к базовой секции.

13. Способ по п.12, при этом перед прикреплением ножек к базовой секции способ включает механическую обработку множества подкладок так, чтобы верхняя поверхность каждой плиты находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

14. Способ по п.12, дополнительно включающий механическую обработку ножек насосной установки так, чтобы нижняя поверхность каждой из ножек находилась, по существу, в одной и той же плоскости.

15. Способ по п.12, в котором выполнение базовой секции включает выполнение двух боковых сегментов и по меньшей мере одного поперечного опорного элемента и присоединение поперечного опорного элемента между парой боковых сегментов.

16. Способ по п.15, дополнительно включающий прикрепление усилительной плиты по меньшей мере к одному боковому сегменту.

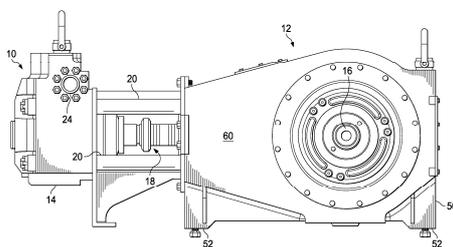
17. Способ по п.15, дополнительно включающий прикрепление по меньшей мере одного ребра жесткости рядом по меньшей мере с одной из множества подкладок.

18. Способ по п.15, в котором выполнение по меньшей мере одного поперечного опорного элемента включает выполнение поперечного опорного элемента в виде двутавровой балки.

19. Способ по п.15, в котором обеспечение данного по меньшей мере одного поперечного опорного элемента включает обеспечение поперечного опорного элемента, имеющего полую внутреннюю часть.

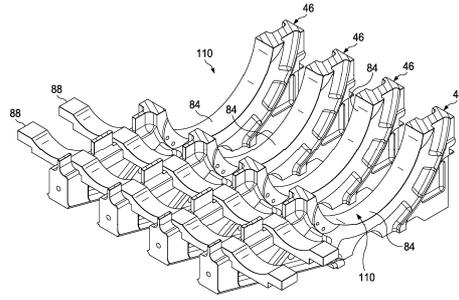
20. Способ по п.15, в котором выполнение пары боковых сегментов включает выполнение боковых сегментов с С-образным пазом.

21. Способ по п.15, в котором после выравнивания ножек насосной установки относительно соответствующей подкладки на базовой секции способ дополнительно включает продолжение механической обработки одной или более предназначенных для подшипников опорных поверхностей насосной установки.

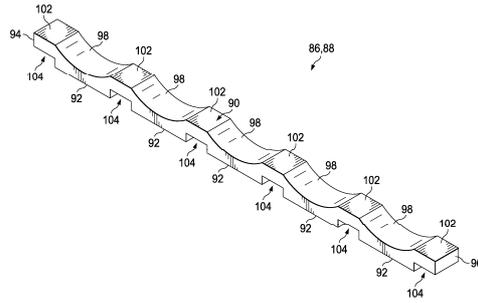


Фиг. 1

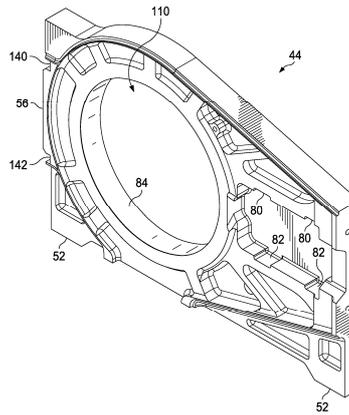
033624



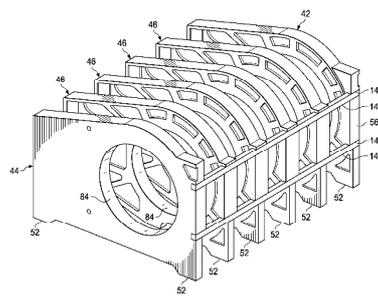
Фиг. 5



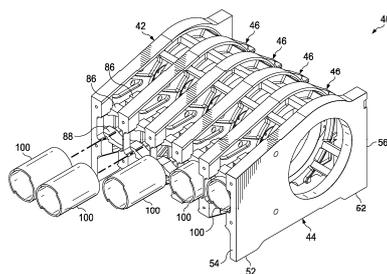
Фиг. 6



Фиг. 7

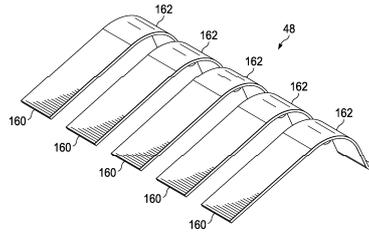


Фиг. 8

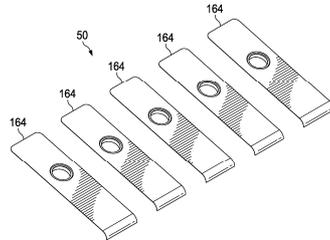


Фиг. 9

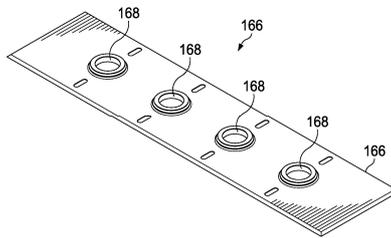
033624



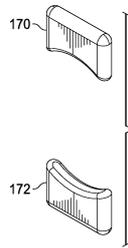
Фиг. 10А



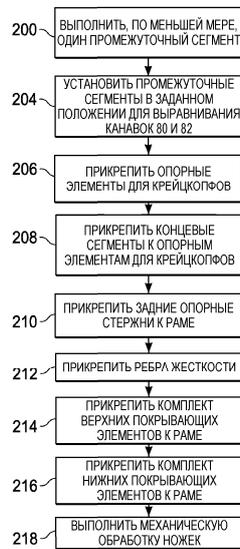
Фиг. 10В



Фиг. 10С

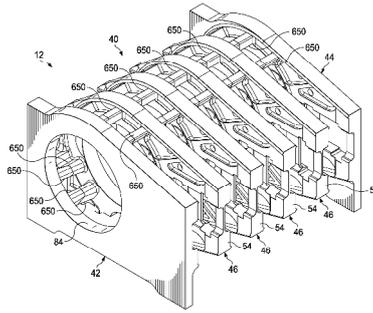


Фиг. 10D

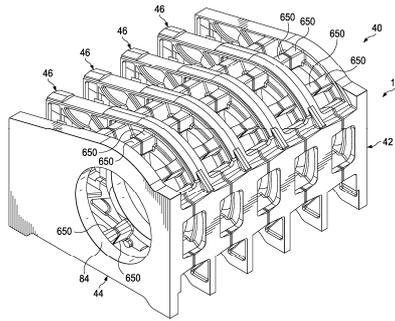


Фиг. 11

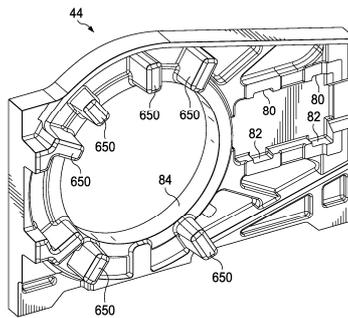
033624



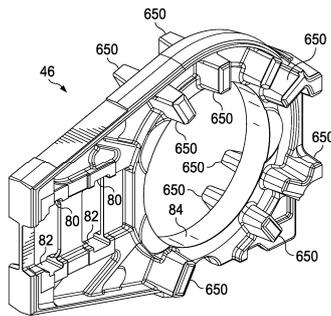
Фиг. 12



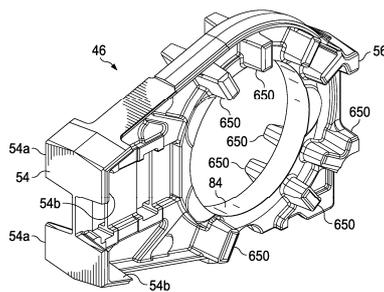
Фиг. 13



Фиг. 14

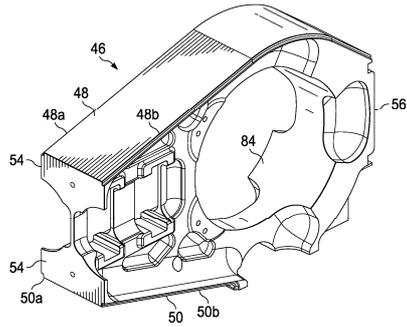


Фиг. 15

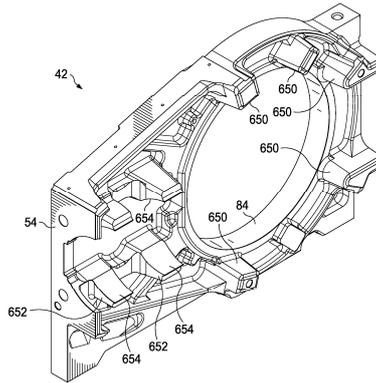


Фиг. 16

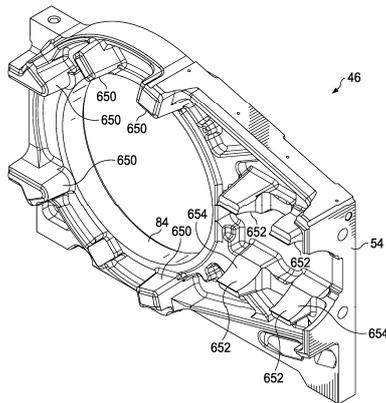
033624



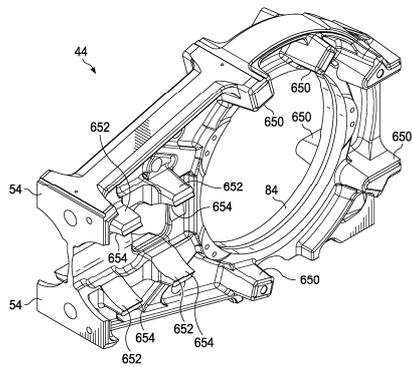
Фиг. 17



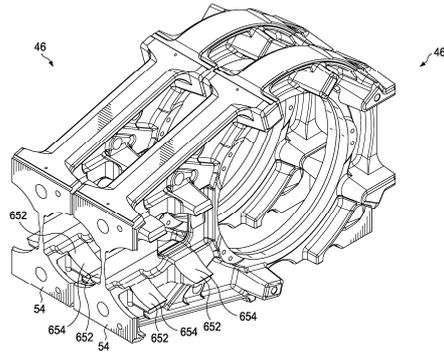
Фиг. 18А



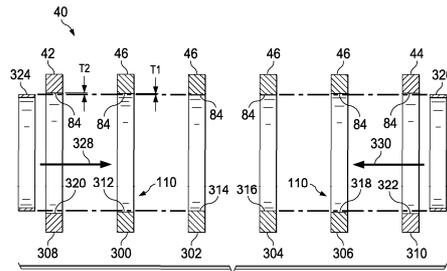
Фиг. 18В



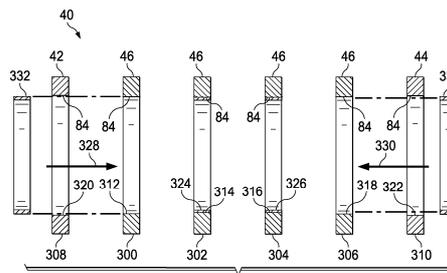
Фиг. 19



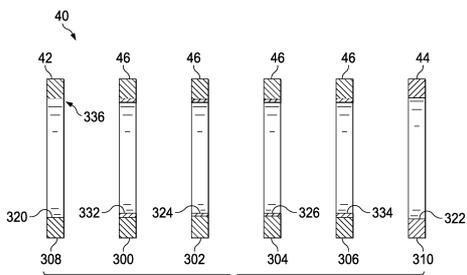
Фиг. 20



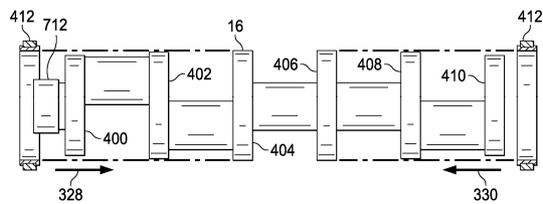
Фиг. 21



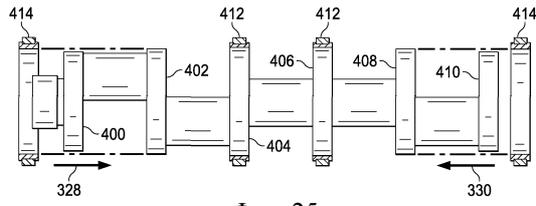
Фиг. 22



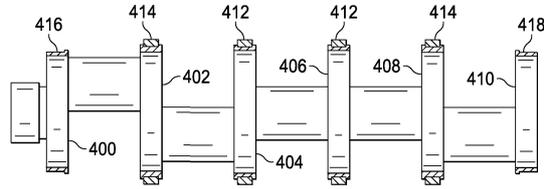
Фиг. 23



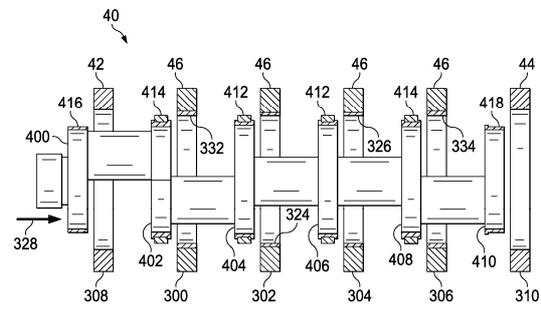
Фиг. 24



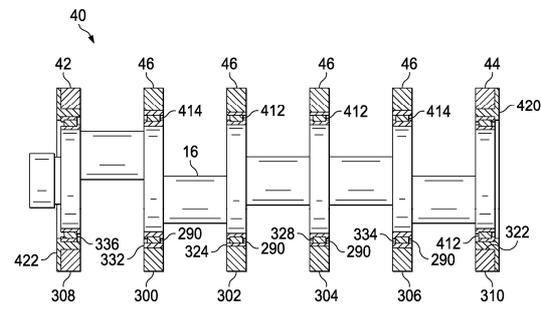
Фиг. 25



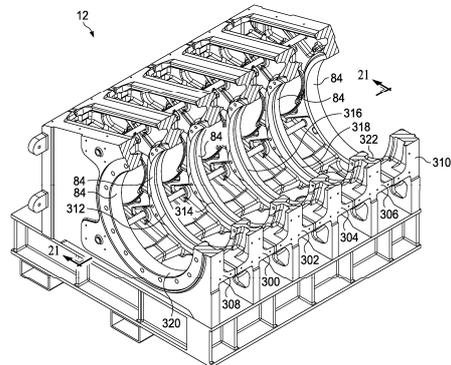
Фиг. 26



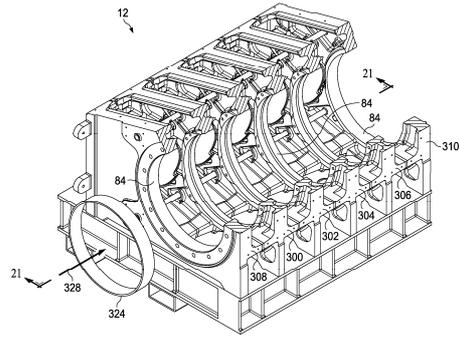
Фиг. 27



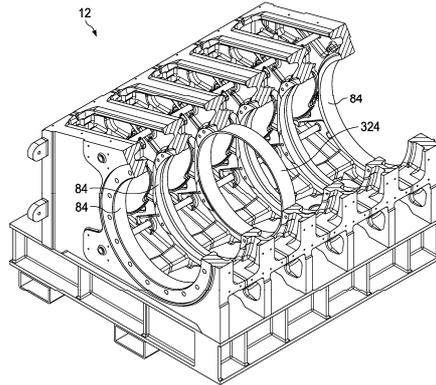
Фиг. 28



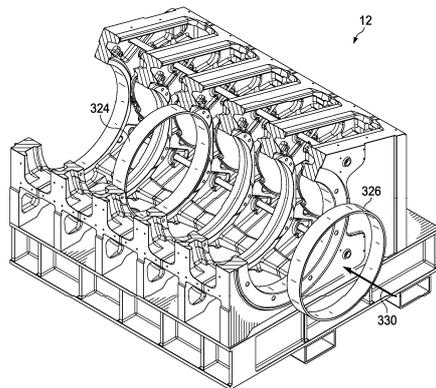
Фиг. 29



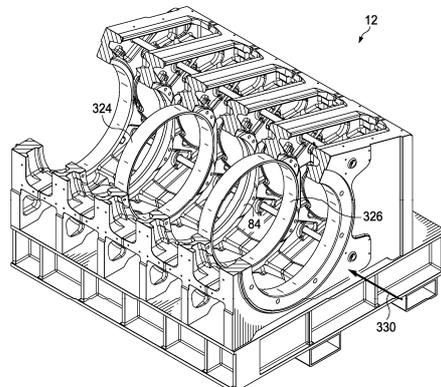
Фиг. 30



Фиг. 31

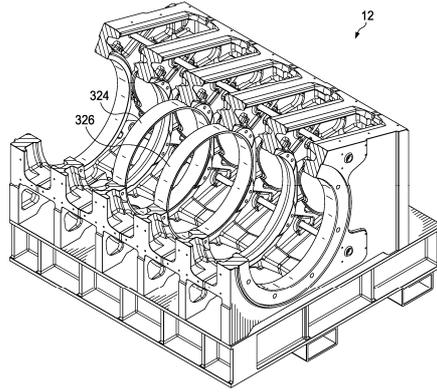


Фиг. 32

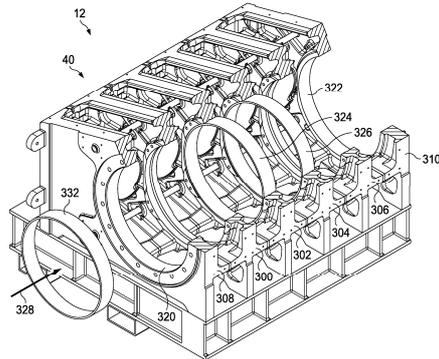


Фиг. 33

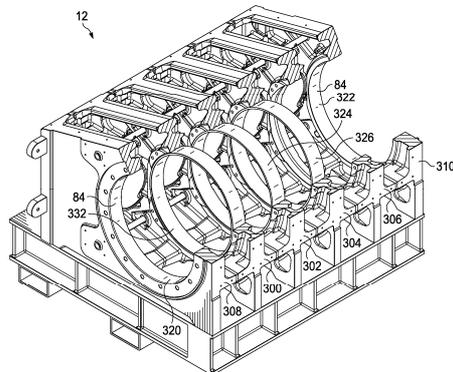
033624



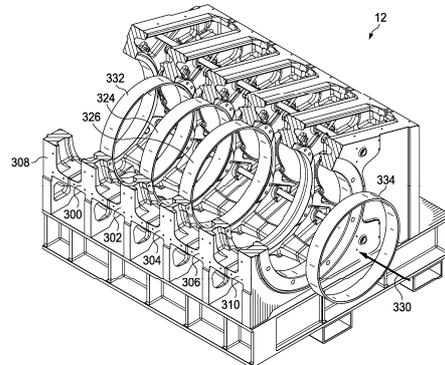
Фиг. 34



Фиг. 35

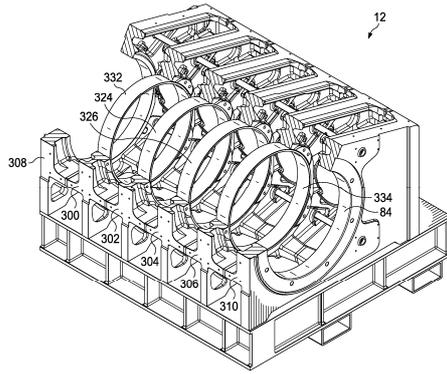


Фиг. 36

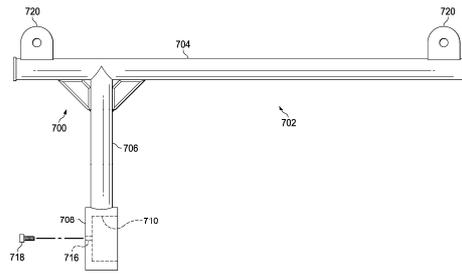


Фиг. 37

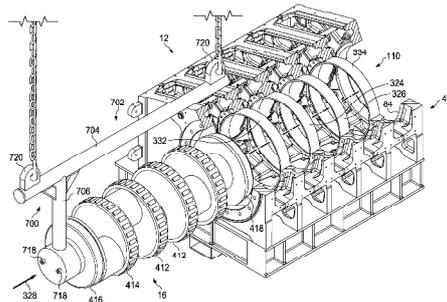
033624



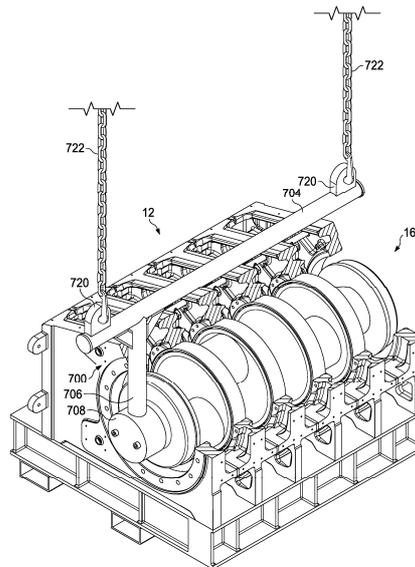
Фиг. 38



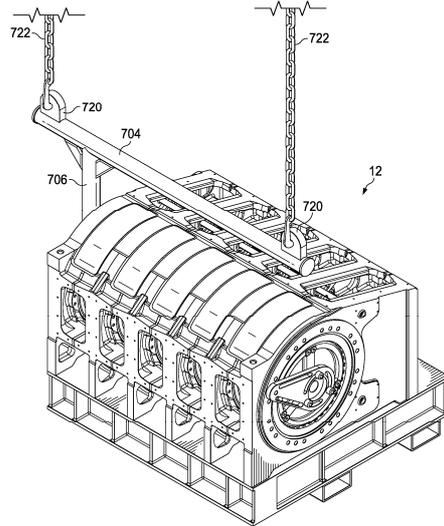
Фиг. 39



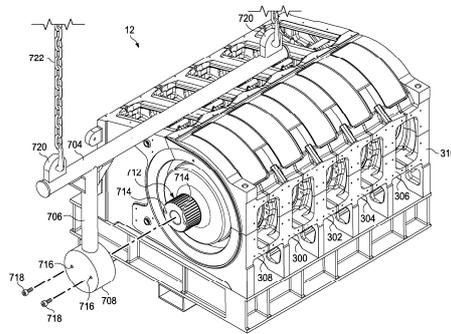
Фиг. 40



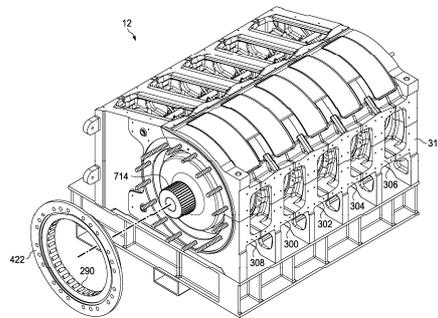
Фиг. 41



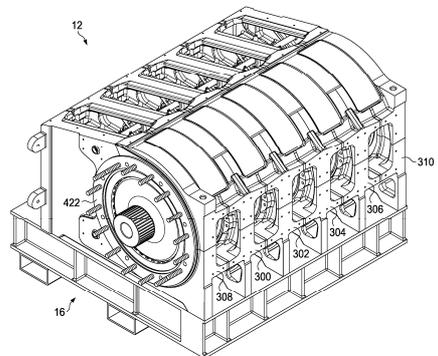
Фиг. 42



Фиг. 43

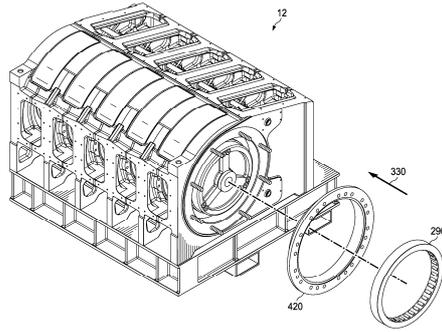


Фиг. 44

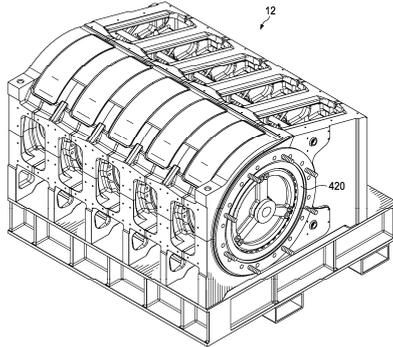


Фиг. 45

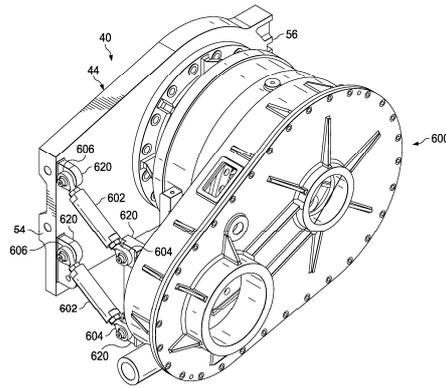
033624



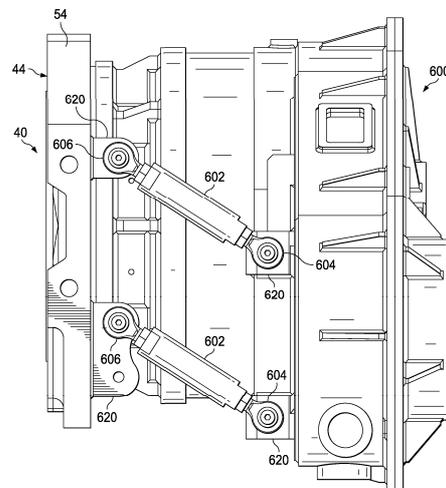
Фиг. 46



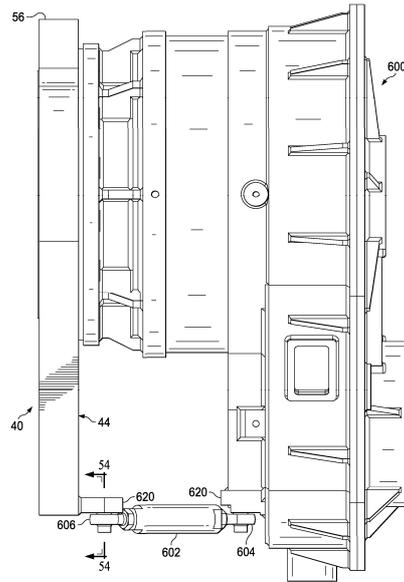
Фиг. 47



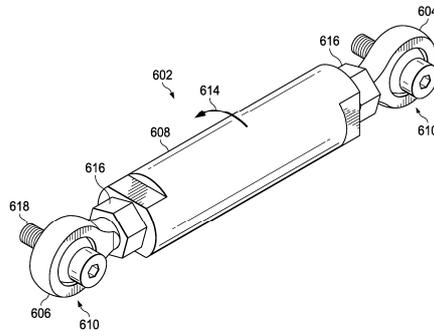
Фиг. 48



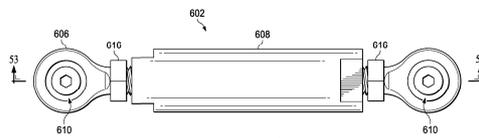
Фиг. 49



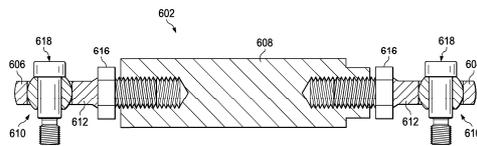
Фиг. 50



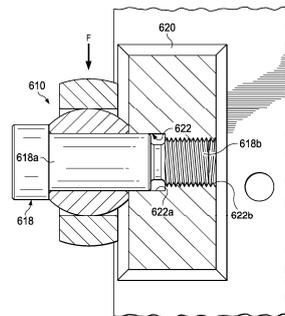
Фиг. 51



Фиг. 52

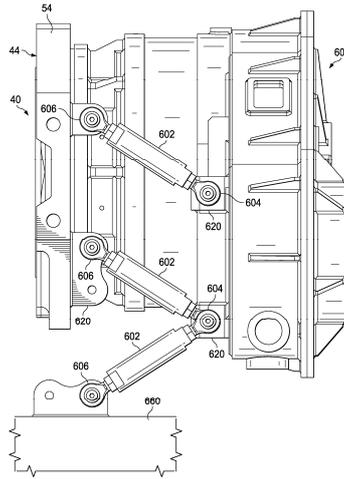


Фиг. 53

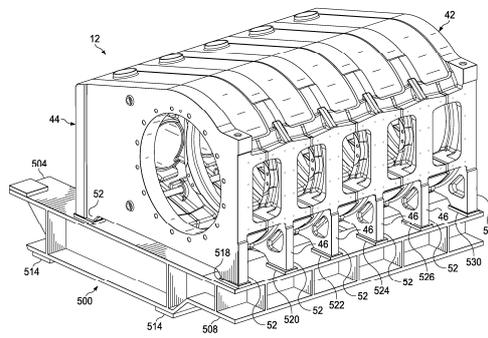


Фиг. 54

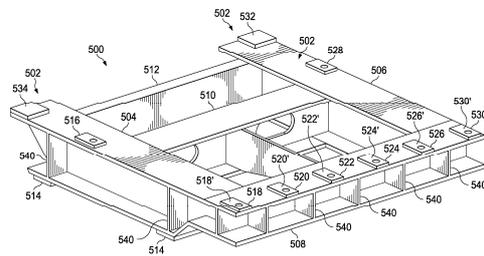
033624



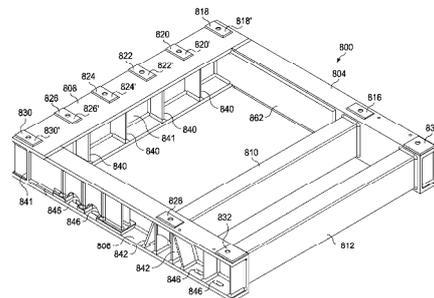
Фиг. 55



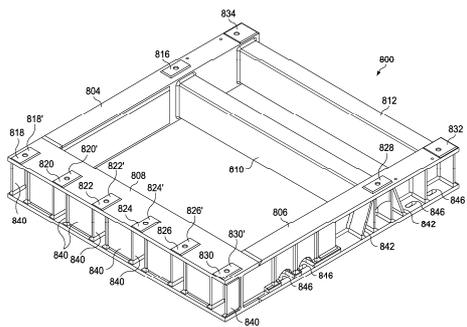
Фиг. 56



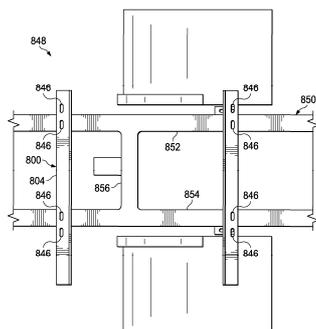
Фиг. 57



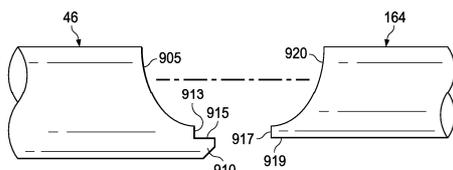
Фиг. 58



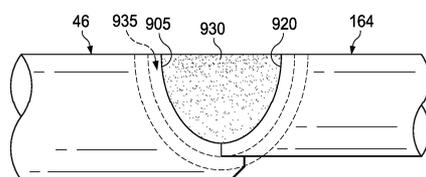
Фиг. 59



Фиг. 60



Фиг. 61



Фиг. 62