

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11)

014571

(13)

B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации
и выдачи патента: **2010.12.30**

(51) Int. Cl. *F16L 11/08* (2006.01)

(21) Номер заявки: **200870510**

(22) Дата подачи: **2007.05.08**

**(54) УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ШЛАНГ, СПОСОБ И АППАРАТ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ШЛАНГА**

(31) 06252420.2; 0609083.1

(56) WO-A-0196772

(32) 2006.05.08

US-A-3240643

(33) EP; GB

US-A-3287194

(43) 2009.08.28

(86) PCT/GB2007/001691

(87) WO 2007/129094 2007.11.15

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**БиЭйчПи БИЛЛИТОН ПЕТРОЛЕУМ
ПТИ ЛТД. (AU)**

(72) Изобретатель:

**Витц Джоэл Эрон, Кокс Дэвид, Холл Дже-
рард Энтони, Смит Ричард (GB)**

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к композитному шлангу, который выполнен с возможностью использования без утечки и который имеет большую длину и/или диаметр, чем было ранее достижимо. Композитный шланг (10) содержит трубчатый корпус (12) из гибкого материала, расположенный между внутренней и внешней спирально навитой проволокой (22, 24). Шланг (10) дополнительно содержит аксиальные средства (20), придающие жесткость, приспособленные уменьшать деформацию трубчатого корпуса (12), когда трубчатый корпус (12) подвергнут аксиальному растяжению, причем аксиальные средства (20), придающие жесткость, приспособлены, чтобы оказать радиально внутреннее усилие, по меньшей мере, на участок трубчатого корпуса (12), когда аксиальные средства (20), придающие жесткость, подвергнуты аксиальному растяжению. Шланг может иметь длину более 30 м и диаметр более 400 мм. Также описан способ и аппарат для изготовления шланга, который предусматривает использование неметаллического сердечника.

B1

014571

014571

B1

Это изобретение относится к шлангу, а точнее относится к длинномерному шлангу, и к способу и аппарату для его изготовления. Изобретение особенно связано со шлангом, который может быть использован в криогенных условиях.

Обычные применения для шланга включают перекачку текучих сред из резервуара текучей среды под давлением. Примеры содержат подачу масла для обогрева, используемого в коммунальном хозяйстве или сжиженного пропана в бойлер; транспортировку произведенных нефтепромысловых жидкостей и/или газов от стационарной или плавучей промысловой платформы в грузовой трюм корабля или из грузового трюма корабля в хранилище, расположенное на берегу; поставку топлива гоночным автомобилям, особенно во время дозаправки на Формуле 1; и передачу корродирующих текучих сред, таких как серная кислота.

Хорошо известно использование шланга для транспортировки текучих сред, таких как сжиженные газы при низкой температуре. Такой шланг обычно используется, чтобы транспортировать сжиженные газы, такие как сжиженный природный газ (СПГ) и сжиженный пропан (СП). Множество применений шланга требуют, чтобы шланг был армирован вдоль его длины. Это особенно относится к транспортировке произведенных жидкостей и/или упомянутых выше газов. Без дополнительного армирования известный шланг часто не способен удержать свой собственный вес или вес текучей среды, содержащейся в нем.

Существуют три основных типа шланга, которые использованы для широкопросветных применений для передачи текучих сред при повышенном давлении (например по меньшей мере 2 бар избыточного давления), а именно:

1. Резиновый (резиновые оболочки, вулканизированные для создания каркаса шланга).
2. Сильфон (гофрированная стальная трубка).
3. Композитный (пленки и ткань между двумя спиральными проволоками).

Настоящее изобретение направлено на композитные шланги.

Резиновые шланги отличаются от композитных и гофрированных шлангов тем, что у них нет стального компонента на внутренней поверхности.

Резиновые шланги обычно производятся посредством накручивания многочисленных слоев резиновых материалов и небольшого количества слоев из стали и ткани на сердечник, покрытый разделяющим средством. В некоторых резиновых шлангах используют штампованный резиновый внутренний слой на сердечнике в качестве самого внутреннего слоя и после этого дальнейшее наматывание. Другие резиновые шланги для сопротивления смятию содержат в оболочке взаимно сцепленный каркас. Собранный каркас затем вулканизирован, таким образом соединяя намотанные слои резины вместе. Шланг в законченной сборке, содержащий концевые фитинги, которые также находятся на сердечнике и встроены в корпус шланга, удален с сердечника при натяжении и вращении. Во время этого процесса извлечения шланг и сердечник удержаны посредством ряда валков. Резиновые шланги обычно изготавливаются длиной до 12 м и с просветом по меньшей мере до 1,2 м.

В основном традиционный способ изготовления для сильфонов и композитных шлангов такой же, как и для резинового шланга. Гофрированный шланг изготовлен в виде секций, удерживаемых на стальном сердечнике, и если необходимы изолирующие или защитные слои, они будут обернуты вокруг гофрированной трубки. Композитный шланг обычно изготовлен посредством спирального наматывания стальной проволоки на стальной сердечник вместе с множеством слоев пленки и ткани. Затем полученное изделие сформировано в корпус шланга посредством использования второй спиральной проволоки.

Гофрированный и композитный шланги широко доступны с просветом до 200 мм и с длинами приблизительно до 30 м. Однако трудно изготовить и извлечь большепросветный шланг, более чем 400 мм, любого из этих типов разумной длины, более чем 10 м, используя традиционные технологии производства. С резиновыми шлангами дело обстоит не так, поскольку у них нет внутреннего стального компонента.

Гофрированный и композитный шланги в настоящее время производятся на стальных сердечниках, которые для небольших диаметров работают хорошо и являются промышленным стандартом, но когда диаметр увеличивается, эффект трения резко увеличивается. Поверхностная область контакта между шлангом и сердечником с диаметром линейно увеличивается, но вес сердечника увеличивается приблизительно с квадратом диаметра. Результатом этих двух факторов является трение между шлангом и сердечником, так как во время извлечения вес сердечника проходит через шланг. Другие факторы, влияющие на легкость извлечения, содержат:

- истирирование контактных поверхностей стального сердечника и стальной проволоки;
- коэффициент трения между этими двумя материалами;
- вес шланга.

Использование опорных валков обычно ведет к отклонению сердечника.

Попытки изготовить шланги с использованием традиционных технологий привели к шлангам, которые имеют требуемый просвет, но слишком коротки, или имеют требуемый просвет и длину, но были повреждены во время извлечения. Также имело место то, что сердечник был поврежден во время извлечения и, таким образом, этот процесс был бы непрактичным и неэкономным для промышленного приме-

нения.

Композитный шланг описан во многих документах уровня техники, включая, например, EP-0076540A1 и WO 01/96772. Как обсуждено выше, этот тип шланга отличается внутренней металлической конструкцией, которая является трудноудаляемой с сердечника во время производственного процесса. В результате существует практический предел размера шланга, который может быть изготовлен в прототипе, в то же самое время сохраняя способность работать в агрессивных средах, таких, как условия низкой и высокой температуры; и в применении на море.

GB 2303574, DE 2948416, JP 08336845, JP 08011138 и JP 03075132 раскрывают способ изготовления шланга или трубки, но они не раскрывают изготовление гофрированного шланга.

Гофрированный шланг изготовлен непосредственно на металлическом сердечнике; сердечник может состоять исключительно из нержавеющей стали или может быть покрыт нержавеющей сталью. В 2005 сердечник из углеродистой стали мог бы обычно стоить приблизительно £25000, и за время эксплуатации он мог бы быть использован для изготовления приблизительно 25-30 отдельных шлангов. Однако существует проблема с сердечниками из углеродистой стали, поскольку металлический внутренний элемент шланга часто изготовлен из нержавеющей стали. Когда такой шланг произведен с использованием сердечника из углеродистой стали, часть углеродистой стали может попасть на поверхность внутреннего элемента из нержавеющей стали; это ведет к образованию центра коррозии внутреннего элемента, что может привести к быстрому разрушению в экстремальных условиях окружающей среды. Поэтому сердечник, используемый для изготовления гофрированного шланга и композитного шланга, обычно должен быть изготовлен из нержавеющей стали. Сердечник из нержавеющей стали стоит в три-четыре раза больше, чем сердечник из углеродистой стали.

Мы теперь нашли усовершенствованный способ изготовления шланга, который позволяет изготовить употребимый композитный шланг таких длин и диаметров, которые ранее не были достижимы. Таким образом, изобретение охватывает способ изготовления шланга, аппарат для изготовления шланга, и шланг как таковой.

Согласно одному аспекту изобретения предложен шланг, содержащий трубчатый участок шланга, делящийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренними и внешними скрепляющими элементами, в котором трубчатый корпус содержит по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой и в котором внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 200 мм, и длина участка шланга составляет по меньшей мере 30 м.

Очевидно, что участок шланга длится непрерывно между концевыми фитингами. Таким образом, шланг согласно изобретению отличен от шланга прототипа, содержащего более короткие длины шланга, которые прикреплены последовательно друг к другу посредством соединения концевых фитингов.

В предпочтительном варианте осуществления длина участка шланга составляет по меньшей мере 31 м, более предпочтительно по меньшей мере 32 м. Участок шланга желательно имеет длину по меньшей мере 35 м. Длина участка шланга может быть намного более чем 30 м, в зависимости от требований. Таким образом, участок шланга может иметь длину до 50 м или даже до 60 м. Длина участка шланга обычно будет находиться в пределах диапазонов, обсужденных выше, допуская минимум по меньшей мере 30 м.

Внутренний диаметр участка шланга предпочтительно составляет по меньшей мере 100 мм или по меньшей мере 150 мм, или по меньшей мере 200 мм, или по меньшей мере 250 мм, более предпочтительно по меньшей мере 300 мм, и еще более предпочтительно по меньшей мере 350 мм, и наиболее предпочтительно по меньшей мере 400 мм. В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления изобретения внутренний диаметр участка шланга может составить по меньшей мере 450 мм, по меньшей мере 500 мм, по меньшей мере 550 мм или по меньшей мере 600 мм. Вряд ли будет желательно для диаметра участка шланга превышение 750 мм и обычно диаметр участка шланга не превысил бы 600 мм.

Наиболее предпочтительно участок шланга имеет длину от 30 м или 35 м приблизительно до 50 м, в комбинации с внутренними диаметрами от 200 мм до 600 мм, предпочтительно от 300 мм до 600 мм, наиболее предпочтительно от 400 мм до 600 мм.

Согласно другому аспекту изобретения предложен шланг, содержащий трубчатый участок шланга, продолжающийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренними и внешними скрепляющими элементами, в котором трубчатый корпус содержит по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой, и в котором внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 300 мм, а длина участка шланга составляет по меньшей мере 5 м.

В предпочтительном варианте осуществления длина участка шланга составляет по меньшей мере 8 м, более предпочтительно по меньшей мере 10 м, более предпочтительно по меньшей мере 15 м, еще более предпочтительно по меньшей мере 20 м или по меньшей мере 25 м. В особенно предпочтительных вариантах осуществления участок шланга может быть длиной по меньшей мере 30 м. Длина участка шланга может быть намного более длинной, чем 30 м, в зависимости от требований. Таким образом, участок шланга может иметь длину до 50 м или даже до 60 м.

Внутренний диаметр участка шланга предпочтительно составляет по меньшей мере 350 мм и наиболее предпочтительно по меньшей мере 400 мм. В соответствии с предпочтительными вариантами осуществления изобретения внутренний диаметр участка шланга может составить по меньшей мере 450 мм, по меньшей мере 500 мм, по меньшей мере 550 мм или по меньшей мере 600 мм. Вряд ли будет желательно для диаметра участка шланга превышение 750 мм и обычно диаметр участка шланга не превысил бы 600 мм.

Наиболее предпочтительно, чтобы участок шланга имел длину от 8 м или 10 м, приблизительно до 50 м, в комбинации с внутренним диаметром от 400 до 600 мм.

Внутреннему диаметру участка шланга согласно изобретению соответствует внешний диаметр неметаллического сердечника, на котором он будет изготовлен. Длина участка шланга соответствует расстоянию между концевыми фитингами сразу после изготовления шланга. Необходимо отметить, что вследствие природы этих материалов и производственного процесса размеры шланга обычно должны иметь допуск приблизительно +/-3%.

Важно понять, что настоящее изобретение предлагает изготовление композитного шланга, имеющего длину и/или диаметр, который больше, чем тот, который возможен согласно прототипу. Могут существовать примеры прототипа шланга, диаметр и/или длина которого находится в пределах диапазонов, описанных выше, но такие шланги являются неработающими шлангами, т.е. они не были бы в состоянии работать при их нормальном рабочем давлении без утечки.

Шланг согласно изобретению может иметь высокую или низкую рабочую температуру, включая криогенную рабочую температуру. Например, когда шланг предназначен для использования при высоких температурах, рабочая температура шланга может быть по меньшей мере 40°C, или по меньшей мере 60°C или по меньшей мере 80°C или по меньшей мере 100°C, до максимум 200 или 300°C.

Когда шланг предназначен для использования при низких температурах, рабочая температура шланга может быть от 0°C вниз до -200, или -220°C. Обычно рабочая температура -20°C или ниже, -40°C или ниже, -60°C или ниже, или -80°C или ниже. Для криогенного применения рабочая температура обычно будет от -100°C до -170°C, -200°C или -220°C. Интервал рабочих температур от -100°C до -220°C является подходящим для большинства криогенных применений, включая транспортировку сжиженного природного газа, жидкого кислорода (точка кипения -183°C) или жидкого азота (точка кипения -196°C). В общем, рабочее давление шланга должно быть в диапазоне приблизительно от 500 кПа или 1000 кПа, приблизительно до 2000 кПа, или возможно приблизительно до 2500 кПа. Эти давления относятся к рабочему давлению шланга, не к разрывному давлению (которое должно быть в несколько раз больше).

Рабочая объемная скорость потока зависит от текущей среды, давления и внутреннего диаметра. Рабочие скорости потока обычно составляют от 1000 до 12000 м³/ч.

Предпочтительная рабочая температура и давление были бы от -100 до -200°C при давлении от 500 кПа, предпочтительно от 1000 до 2000 кПа или 2500 кПа.

Шланг согласно изобретению может также быть предложен для использования с корродирующими материалами, такими как сильные кислоты.

Согласно другому аспекту изобретения предложено использование шлангов, описанных выше, при рабочей температуре, рабочем давлении и/или рабочих скоростях потока, описанных выше, чтобы транспортировать жидкость через шланг без какой-либо утечки жидкости из шланга.

В композитном шланге согласно изобретению внутренний скрепляющий элемент является предпочтительно спиральным скрепляющим элементом, и более предпочтительно проволокой. Аналогично, внешний скрепляющий элемент является предпочтительно спиральным скрепляющим элементом, и более предпочтительно проволокой. Обычно внутренний скрепляющий элемент и/или внешний скрепляющий элемент является металлическим, предпочтительно из нержавеющей стали.

Трубчатый корпус предпочтительно содержит герметизирующий слой, зажатый между внутренним и внешним армирующими слоями.

Участок шланга предпочтительно также содержит аксиальные средства, придающие жесткость, которые приспособлены, чтобы оказывать радиальное внутреннее усилие, по меньшей мере, на участок трубчатого корпуса, когда аксиальные средства, придающие жесткость, подвергнуты аксиальному растяжению. В наиболее преимущественном варианте осуществления аксиальные средства, придающие жесткость, обеспечены в форме, в общем, трубчатой оплетки. В этом описании термин "оплетка" относится к материалу, который выполнен из двух или более волокон или пучков волокон, которые были переплетены, чтобы образовать удлиненную структуру. Признаком оплетки является то, что она может удлиняться, когда подвергнута аксиальному растягивающему усилию. Дополнительным признаком оплетки, когда она обеспечена трубчатой формой, является то, что ее диаметр уменьшится, когда оплетка будет подвергнута аксиальному растягивающему усилию. Таким образом, посредством обеспечения трубчатой оплетки вокруг трубчатого корпуса, или в пределах конструкции трубчатого корпуса, оплетка окажет радиальное внутреннее усилие, по меньшей мере, на участок трубчатого корпуса, когда она подвергнута аксиальному растягивающему усилию. Оплетка находится предпочтительно в форме трубчатого чехла, который одевается на конструкцию корпуса посредством его натягивания на компоненты шланга, которые уже размещены на сердечнике.

Армирующие слои и герметизирующий слой предпочтительно обернуты вокруг внутреннего скрепляющего элемента.

Шланг может также содержать один или более дополнительных армирующих слоев наряду с одним или более слоями изоляции, и одним или более слоями для улучшения плавучести шлангов. Шланг может содержать один или более защитных слоев. Предпочтительно в наличии имеется, по меньшей мере, один защитный слой, расположенный поверх внешнего скрепляющего элемента.

Наиболее предпочтительный композитный шланг для использования в настоящей заявке описан в WO 01/96772, WO 2004/044472 и WO 2004/079248, содержание которых включено посредством ссылки. Конструкция шланга может быть, по существу, идентичной шлангу, описанному в этих публикациях, за исключением того, что настоящее изобретение позволяет изготовленному работающему шлангу быть более длинным и/или большего диаметра, вследствие усовершенствований производственного процесса согласно изобретению. Концевые фитинги для шланга могут также быть такими, как описаны в вышеупомянутых трех публикациях.

Шланг, описанный выше, может быть произведен посредством способа и аппарата, как описано далее ниже, что делает возможным изготовить шланг более длинным и большего диаметра, чем было возможно ранее.

Согласно другому аспекту изобретения предложен способ изготовления шланга, содержащего трубчатый участок шланга, делящийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренним и внешним скрепляющими элементами, и трубчатый корпус содержит по меньшей мере два слоя, и содержит по меньшей мере один герметизирующий слой, и по меньшей мере один армирующий слой, причем упомянутый способ предусматривает навивание внутреннего скрепляющего элемента на неметаллический сердечник, наматывание первого слоя трубчатого корпуса на внутренний скрепляющий элемент, наматывание второго слоя трубчатого корпуса вокруг первого слоя трубчатого корпуса, навивание внешнего скрепляющего элемента на второй армирующий слой, прикрепление соответствующих концевых фитингов к каждому концу участка шланга, и снятие шланга с сердечника.

Концевые фитинги предпочтительно прикреплены прежде, чем шланг снят с сердечника, хотя они могут при некоторых обстоятельствах быть прикреплены после снятия шланга с сердечника. Предпочтительно сердечник выполнен из материала с бумажным наполнителем, материала с древесным наполнителем, или материала на основе полимерного наполнителя, такого как полиэтилен высокой плотности, или смеси этих материалов. В одном наиболее преимущественном варианте осуществления сердечник является картонным, т.е. изготовленным из бумажной волокнистой массы. При изготовлении композитного шланга особенно важно обеспечить, чтобы сердечник имел достаточную радиальную жесткость, чтобы выдерживать большие разрушающие усилия, приложенные во время изготовления участка шланга. Таким образом, предпочтительно, чтобы сердечник имел достаточную радиальную жесткость, чтобы участок шланга мог быть изготовлен на сердечнике без каких-либо существенных изменений формы поперечного сечения сердечника.

Чтобы достигнуть этого в одном преимущественном варианте осуществления сердечник изготовлен из материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 0,1 до 10 ГПа·м³/Мг (т.е. гигапаскаль × метр³/мегаграмм). Предпочтительно отношение E/ρ больше чем 0,3 ГПа·м³/Мг, более предпочтительно более чем 0,5 ГПа·м³/Мг и наиболее предпочтительно более чем 0,8 ГПа·м³/Мг. Предпочтительно отношение E/ρ - менее чем 10 ГПа·м³/Мг, более предпочтительно менее чем 5 ГПа·м³/Мг и наиболее предпочтительно менее чем 3 ГПа·м³/Мг. Таким образом, будет очевидно, что самый предпочтительный диапазон E/ρ составляет от 0,8 до 3 ГПа·м³/Мг.

Значения E/ρ для картона и полиэтилена высокой плотности, которые являются двумя материалами, наиболее предпочтительными для сердечника, составляют приблизительно 1,2 и 1,0 ГПа·м³/Мг соответственно. Значение E/ρ для прототипа сердечника из нержавеющей стали, составляет приблизительно 20 ГПа·м³/Мг.

При некоторых обстоятельствах может быть желательным использовать композиционные материалы, то есть волокна, расположенные в пределах матрицы, такой как сердечник. Композиционные материалы имеют отношение E/ρ , близкое к нержавеющей стали, но плотность намного ниже. Таким образом, в альтернативном варианте осуществления материал сердечника имеет E/ρ в диапазоне от 20 до 22 ГПа·м³/Мг и плотность в диапазоне от 1,0 до 3,0 Мг/м³. Как правило, композиционный материал содержит углерод, стеклянные или полимерные волокна, расположенные в пределах подходящей полимерной матрицы.

Будет, конечно, очевидно, что в то время как сердечник изготовлен из неметаллических материалов, вполне возможно, чтобы сердечник содержал металлические или керамические наполнители. Таким образом, изобретение охватывает использование картонного сердечника с металлическим или керамическим наполнителем. Основная часть сердечника, однако, остается неметаллической.

Сердечник может быть обеспечен одной непрерывной длины, или он может состоять из множества секций более короткой длины, которые собраны на месте, чтобы образовать законченный сердечник.

Цель этого состоит в том, чтобы облегчить транспортировку сердечника.

Обычно сердечник имеет, по существу, цилиндрическую форму.

Длина сердечника обычно составляет приблизительно на 1000-2000 мм больше, чем длина участка шланга, который желательно изготовить на сердечнике. Внешний диаметр сердечника обычно, по существу, идентичен внутреннему диаметру участка шланга, который желательно изготовить на сердечнике. Таким образом, сердечник обычно имеет внешний диаметр от 200 мм, или от 300 до 600 мм.

Преимущественно сердечник является полым, так чтобы приводной вал мог быть расположен по длине в пределах сердечника. Кроме того, втулка предпочтительно расположена по меньшей мере на одном конце сердечника, причем расположение ее такое, что втулка жестко прикреплена к сердечнику, посредством чего вращение втулки вызывает вращение сердечника.

Предпочтительно одна из упомянутых втулок расположена на каждом конце сердечника. Когда сердечник является полым, толщина сердечника (то есть разность между его внутренним и внешним диаметром) обычно составляет приблизительно от 10 до 25 мм.

Как обсуждено выше, немаetalлический сердечник должен быть изготовлен из материала, который достаточно прочный, чтобы сердечник мог должным образом удерживать шланг во время его изготовления. Кроме того, за исключением любого покрытия, которое может быть обеспечено на внутренней или внешней поверхности сердечника, весь сердечник предпочтительно изготовлен из того же самого немаetalлического материала.

Приводной вал предпочтительно прикреплен к одной или каждой втулке, и по желанию имеет выступающий конец, который может быть соединен с приводным двигателем, посредством чего вращение приводного вала вызывает вращение одной или каждой втулки и, таким образом, вращение сердечника. Это является предпочтительным признаком изобретения, что сердечник вращается, в то время как часть или все внутренние и/или внешние конструкции расположены на месте на сердечнике. Предпочтительно приводной двигатель снабжен коробкой передач.

Альтернативно, возможно, приводного вала нет, и вращение сердечника можно осуществлять, вращая одну втулку или обе втулки (если имеются) используя приводной двигатель.

В одном предпочтительном варианте осуществления сердечник представляет собой разрушаемый сердечник, чтобы облегчить снятие шланга с сердечника. В этом варианте осуществления шланг снят с сердечника посредством разрушения сердечника и удаления его из шланга; любые втулки и приводной вал могут быть удалены прежде, чем разрушен сердечник. Сердечник можно разрушить, например, если он снабжен предварительно ослабленной областью, которая может быть подвергнута воздействию, чтобы вызвать разрушение сердечника; или снабдить его перфорацией, вдоль которой сердечник может быть разорван; или снабдить его конструкцией типа застежки-молнии, посредством чего перемещение застежки-молнии вдоль сердечника вызывает разрушение сердечника. Высокоточные средства для превращения сердечника в разрушающийся сердечник известны, и другие известные способы, не описанные выше, могли быть использованы вместо них. Необходимо отметить, что разрушение сердечника ведет к его уничтожению, что означает, что он не может быть снова использован. Это все-таки очень экономично, поскольку сердечник, согласно изобретению, может быть изготовлен из недорогого, пригодного для повторной переработки, материала.

Другая технология для удаления сердечника, когда сердечник изготовлен из материала, который может быть ослаблен контактом с соответственно выбранной жидкостью, состоит в том, чтобы намочить сердечник, чтобы ослабить его с помощью текучей среды, затем удалить ослабленный сердечник. Один способ увлажнения сердечника состоит в том, чтобы опустить весь шланг и конструкцию сердечника в резервуар с текучей средой. Предпочтительно, чтобы текучая среда была водой, но также вместо нее могут быть использованы другие текучие среды, такие как слабая уксусная кислота или спиртовой раствор.

В другом предпочтительном варианте осуществления сердечник удален посредством вывинчивания его из шланга. Это может по желанию быть достигнуто посредством применения вращающего момента к приводному валу, удерживая шланг против направления вращения. Эта технология является особенно подходящей, когда внутренняя конструкция шланга содержит спиральный элемент, в качестве спирального элемента можно изготовить небольшое углубление в сердечнике, которое способствует вывинчиванию сердечника из шланга.

В одном варианте осуществления до сборки шланга на сердечник может быть предварительно нанесено средство, чтобы способствовать удалению заверченного шланга с сердечника. Предварительно нанесенное средство может служить, чтобы уменьшить трение между сердечником и заверченным шлангом.

Согласно другому аспекту изобретения предложен аппарат для изготовления шлангов такого типа, который содержит трубчатый участок шланга, длящийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренними и внешними скрепляющими элементами, и трубчатый корпус содержит по меньшей мере два слоя, и содержит по меньшей мере один герметизирующий слой, и по меньшей мере один армирующий слой, в котором упомянутый аппарат содержит полый, по существу, цилиндрический немаetalлический сердечник, вокруг которого может быть расположен шланг, втулку, расположенную на каждом конце сердеч-

ника, причем втулки прикреплены к сердечнику, посредством чего вращающий момент, приложенный к втулкам, передан к сердечнику, чтобы вращать сердечник по его продольной оси, и приводной вал, продолжающийся по длине вдоль внутренней части сердечника, при этом приводной вал соединен с втулками, посредством чего вращающий момент, приложенный к приводному валу, передан втулкам, чтобы вращать втулки, при этом приводной вал выступает наружу от втулок и сердечника по меньшей мере на одном конце сердечника.

Сердечник предпочтительно имеет ту же конструкцию, что и сердечник, описанный выше относительно способа согласно изобретению.

Предпочтительно, приводной вал выступает наружу от втулок и сердечника на каждом конце сердечника.

В предпочтительном варианте осуществления аппарат дополнительно содержит приводной двигатель, расположенный так, чтобы вращать приводной вал.

В прототипе изготовление композитного шланга было проведено исключительно с использованием сердечников из углеродистой стали или, более часто, сердечников из нержавеющей стали, и это не было рассмотрено, так как подходящими являются любые другие материалы. Мы неожиданно обнаружили, что подходящими являются и другие материалы и что у них есть много преимуществ перед прототипом. Таким образом, в 2005, может быть получен подходящий картонный сердечник по стоимости приблизительно £150, по сравнению по меньшей мере с £25000 для сердечника из углеродистой стали и по меньшей мере £75000 для сердечника из нержавеющей стали. Хотя сердечник согласно изобретению обычно использовался бы не более одного раза, все-таки имеется значительная экономия.

Кроме того, неметаллические сердечники согласно изобретению могут быть удалены от завершеного шланга намного более легко, чем стальные сердечники прототипа.

Неметаллические сердечники согласно изобретению намного легче, чем стальные сердечники, используемые в прототипе. Это означает, что они легче управляемы и транспортируемы. Это также означает, что неметаллические сердечники не требуют того же самого уровня опоры, который требуется для стальных сердечников. Это облегчает процесс производства шланга.

Одно особенно важное преимущество сердечника согласно изобретению состоит в том, что это является практичным, чтобы изготовить их длиннее и/или большего диаметра, чем на стальных сердечниках прототипа. Таким образом, как описано выше, ранее не было возможным изготовить рабочий композитный шланг длиннее приблизительно, чем от 25 до 30 м, или с диаметрами более чем приблизительно от 200 до 300 мм. Рабочий шланг - это такой, который может быть использован без утечки при его нормальных эксплуатационных режимах.

Таким образом, ранее не было возможно сделать рабочий композитный шланг, имеющий любой значительный диаметр, длиной более чем от 25 до 30 м.

Далее сделана ссылка на сопровождающие чертежи, на которых

фиг. 1 - схематичный разрез композитного шланга согласно изобретению;

фиг. 2A, 2B, 2C и 2D изображают четыре применения шланга согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 - вид в перспективе аппарата для использования для производства шланга согласно изобретению и

фиг. 4 - разрез аппарата, изображенного на фиг. 3.

На фиг. 1 композитный шланг согласно изобретению в целом обозначен 10. Для большей ясности, наложение различных слоев на фиг. 1 не показано.

Шланг 10 содержит трубчатый корпус 12, который содержит внутренний армирующий слой 14, внешний армирующий слой 16 и герметизирующий слой 18, зажатый между слоями 14 и 16. В целом трубчатый чехол 20, который обеспечивает аксиальную жесткость, расположен вокруг внешней поверхности внешнего армирующего слоя 16.

Трубчатый корпус 12 и трубчатый чехол 20 расположены между внутренней спирально намотанной проволокой 22 и внешней спирально намотанной проволокой 24. Внутренние и внешние проволоки 22 и 24 расположены так, чтобы они были смещены относительно друг друга на расстояние, соответствующее половине длины шага спирали намотки.

Изоляционный слой 26 расположен вокруг внешней проволоки 24. Изоляционный слой может быть обычным изоляционным материалом, таким как вспененная пластмасса, или может быть материалом, описанным в связи с фиг. 7 в WO 01/96772.

Армирующие слои 14 и 16 содержат тканый синтетический материал, такой как UHMWPE (полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы) или арамидные волокна. Структура подходящих армирующих слоев описана более подробно на фиг. 3 в WO 01/96772.

Герметизирующий слой 18 содержит множество слоев пластиковой пленки, которые обернуты вокруг внешней поверхности внутреннего армирующего слоя 14, чтобы обеспечить герметизацию между внутренним и внешним армирующими слоями 14 и 16, непроницаемую для текучих сред.

Шланг 10 может содержать дополнительный армирующий слой (не показан), расположенный между чехлом 20 и внешней проволокой 24. Дополнительный армирующий слой может иметь характеристики, подобные чехлу 20 и трубчатому корпусу 12.

Трубчатый чехол 20 образован двумя комплектами волокон 20a и 20b, которые сплетены, чтобы образовать трубчатую оплетку. Это показано на фиг. 4A и 4B WO 01/96772.

Герметизирующий слой 18 показан более подробно на фиг. 6 WO 01/96772. Герметизирующий слой 18 содержит множество слоев пленки, изготовленной из первого полимера (такой как высоко ориентированный UHMWPE (полиэтилен сверхвысокой молекулярной массы)), чередующийся с множеством слоев пленки, изготовленной из второго полимера (такого как PTFE (политетрафторэтилен) или FEP (сополимер тетрафторэтилена и гексафторпропилена тефлон)), двух полимеров, имеющих различную жесткость. Слои обернуты вокруг внешней поверхности внутреннего армирующего слоя 14, чтобы обеспечить герметизацию, непроницаемую для текучих сред, между внутренними и внешними армирующими слоями 14 и 16. Очевидно, что, при желании, герметизирующий слой 18 может быть выполнен из единственного типа полимера, т.е. он не должен содержать двух или более различных типов полимеров.

Концы шланга 10 могут быть герметично закрыты, используя концевые фитинги 200, изображенные на фиг. 8 WO 01/96772, и/или как описано в WO 2004/079248. Концевые фитинги схематично изображены на фиг. 1 и обозначены ссылочной позицией 28.

Фиг. 2A-2D изображают три применения для шланга 10. В каждой из фиг. 2A-2C плавучее судно 102 нефтедобычи, хранения и выгрузки (FPSO) соединено с перевозчиком 104 сжиженного природного газа посредством шланга 10 согласно изобретению. Шланг 10 передает сжиженный природный газ от резервуара хранения FPSO 102 в резервуар хранения перевозчика 104 сжиженного природного газа. На фиг. 2A шланг 10 лежит выше уровня 106 моря. На фиг. 2B шланг 10 погружен ниже уровня 106 моря. На фиг. 2C шланг 10 плавает на поверхности моря. В каждом случае шланг 10 передает сжиженный природный газ без какой-либо промежуточной опоры. На фиг. 2D перевозчик сжиженного природного газа соединен с береговым хранилищем 108 посредством шланга 10. Шланг 10 может быть использован для многих других применений кроме тех, которые изображены на фиг. 2A-2D. Шланг может быть использован в криогенных и некриогенных условиях.

Фиг. 3 и 4 изображают аппарат 300 согласно изобретению. Аппарат 300 может быть использован в способе согласно изобретению для изготовления шланга согласно изобретению.

Аппарат 300 содержит сердечник 302, который имеет длину и диаметр, соответствующие желаемой длине и диаметру шланга 10 и 200. Внешний диаметр сердечника 302 соответствует внутреннему диаметру шланга 10 или 200. Длина сердечника 302 обычно примерно на 1-2 м больше, чем длина шланга 10 или 200. Сердечник 300 имеет, по существу, поперечное сечение круглой формы, хотя в ряде случаев может быть желательна и другая форма.

Втулка 304, передающая вращающий момент, прикреплена на каждом конце сердечника 300, и приводной вал 306 длится вдоль сердечника между втулками 304, и длится наружу, являясь концами сердечника 302. Приводной двигатель 308, который может быть электромотором, обеспечен, чтобы осуществлять вращение приводного вала 306. Очевидно, что приводной вал 306 может передать вращающий момент втулкам 304, которые, в свою очередь, могут передать вращающий момент сердечнику 302, чтобы вращать сердечник 302. Обычно сердечник будет вращаться со скоростью 10-60 об./мин.

Размещение шланга 10 на сердечнике 300 ведет к возникновению значительных радиальных усилий, которые будут направлены к сердечнику. Например, внутренняя проволока 22 обычно является негибким жестким стальным материалом, который должен быть навит на сердечник с использованием механизма. Таким образом, важно, что сердечник 300 имеет достаточную радиальную жесткость, что участок шланга может быть изготовлен на сердечнике, не вызывая, по существу, изменения формы поперечного сечения сердечника. Это важно, потому что, если сердечник деформирован внутри, шланг будет деформирован, и, вероятно, порвется во время использования. Один из способов выбрать сердечник соответствующей радиальной жесткости состоит в том, чтобы выбрать материал, имеющий соответствующее отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ), как описано выше, но для квалифицированного специалиста в данной области также могут быть очевидны и другие способы.

Изготовление шланга с использованием аппарата 300 будет теперь описано со ссылкой на композитный шланг 10. Сначала аппарат 300 установлен на месте и приводной двигатель 308 работает, чтобы вращать сердечник 302 с необходимой скоростью. На первой стадии внутренняя проволока 22 навита на сердечник 302, чтобы обеспечить спиральное расположение, имеющее желаемый шаг. Как отмечено выше, внешний диаметр сердечника 302 соответствует желаемому внутреннему диаметру шланга 10. Внутренний армирующий слой 14 тогда обернут вокруг внутренней проволоки 22 и опорного сердечника таким образом, что направление W обмотки установлено под желаемым углом α .

Множество слоев пластиковых пленок 18a, 18b, которые составляют герметизирующий слой 18, затем обернуты вокруг внешней поверхности внутреннего армирующего слоя 14. Обычно пленки 18 имели бы длину, по существу, меньше, чем длина шланга 10, так, чтобы множество отдельных отрезков пленок 18 должно было быть намотано вокруг внутреннего слоя 14.

Внешний армирующий слой 16 затем обернут вокруг герметизирующего слоя 18, таким образом, что направление W обмотки установлено под желаемым углом (который может быть α , или может быть какими-либо другими углами, близкими к α). Трубчатый аксиальный придающий жесткость чехол 20

натянут снаружи внешнего армирующего слоя 16. При желании, дополнительный армирующий слой 21 затем натянут на чехол 20.

Внешняя проволока 24 затем навита на дополнительный армирующий слой 21, чтобы обеспечить спиральное расположение, имеющее желаемый шаг. Шаг внешней проволоки 24 обычно был бы таким же, как и шаг внутренней проволоки 22, и положение проволоки 24 обычно будет таково, что витки проволоки 24 смещены относительно витков проволоки 22 на расстояние, соответствующее половине длины шага; это изображено на фиг. 1, где длина шага обозначена Р.

Затем по внешней поверхности чехла 20 может быть распылен полимер полиуретан, чтобы образовать полимерное покрытие на чехле 20 и внешней проволоке 24. Полимер можно затем оставить для затвердевания, чтобы образовать слой 26а. Дополнительно, или вместо нее, вокруг внешней поверхности чехла 20 может быть обеспечена профилированная обмотка, как описано в WO 2004/044472.

Очевидно, что во время стадий обертывания, описанных выше, сердечник 302 вращается, таким образом, каждый слой просто должен быть положен на сердечник 302 в желаемом месте, под желательным углом к продольной оси сердечника 302. Любые слои, которые содержат чехол (такие как слой 20 и дополнительный армирующий слой) натянуты на сердечник и нижележащий шланг, и растянуты в длину в правильное положение; вращение сердечника 302 может быть прервано, в то время как любые слои чехла наложены.

Концы шланга 10 могут быть плотно закрыты, отгибая кромку шланга на вставку внутрь шланга 10. Эта завершающая стадия, в общем, применена после того, как шланг 10 снят с сердечника.

Концы шланга 10 плотно закрыты посредством концевых фитингов 28. Когда концевые фитинги 28 находятся на месте, шланг 10 может быть снят с сердечника 302 любыми желаемыми средствами. В одном варианте осуществления сердечник 302 может просто быть разрушен, например при разрывании. В другом варианте осуществления приводной двигатель 308 работает, чтобы вращать сердечник 302 в направлении, противоположном направлению, когда шланг 10 был расположен на сердечнике. Это заставляет сердечник 302 вывинчиваться из шланга 10.

После того как шланг 10 был снят с сердечника 302, сердечник 302 может быть выброшен. Втулки 304, приводной вал 306 и приводной двигатель 308 могут быть сохранены для использования с другим сердечником 302.

Очевидно, что изобретение, описанное выше, может быть изменено в рамках формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Шланг, содержащий трубчатый участок шланга, непрерывно продолжающийся между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренним и внешним скрепляющими элементами, при этом трубчатый корпус содержит по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой, а внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 200 мм, и длина участка шланга составляет по меньшей мере 30 м.

2. Шланг по п.1, в котором длина участка шланга составляет по меньшей мере 35 м.

3. Шланг по п.1, в котором длина участка шланга составляет от 30 до 50 м.

4. Шланг по пп.1, 2 или 3, в котором внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 300 мм.

5. Шланг по пп.1, 2 или 3, в котором внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 400 мм.

6. Шланг по пп.1, 2 или 3, в котором внутренний диаметр участка шланга составляет от 400 до 600 мм.

7. Шланг по пп.1, 2 или 3, в котором длина участка шланга составляет от 30 до 50 м и внутренний диаметр участка шланга составляет от 400 до 600 мм.

8. Шланг, содержащий трубчатый участок шланга, непрерывно продолжающийся между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренним и внешним скрепляющими элементами, при этом трубчатый корпус содержит по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой, а внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 300 мм, и длина участка шланга составляет по меньшей мере 5 м.

9. Шланг по п.8, в котором длина участка шланга составляет по меньшей мере 10 м.

10. Шланг по п.8, в котором длина участка шланга составляет по меньшей мере 30 м.

11. Шланг по пп.8, 9 или 10, в котором внутренний диаметр участка шланга составляет по меньшей мере 400 мм.

12. Шланг по пп.8, 9 или 10, в котором внутренний диаметр участка шланга составляет от 400 до 600 мм.

13. Шланг по п.8, в котором длина участка шланга составляет от 10 до 50 м и внутренний диаметр участка шланга составляет от 400 до 600 мм.

14. Шланг по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащий аксиальные средства, придающие жесткость, которые приспособлены, чтобы оказывать радиальное внутреннее усилие, по меньшей мере, на участок трубчатого корпуса, когда аксиальные средства, придающие жесткость, подвергнуты аксиальному растяжению.

15. Шланг по п.14, в котором аксиальные средства, придающие жесткость, содержат оплетку в форме трубчатого чехла.

16. Шланг по п.14 или 15, в котором трубчатый корпус содержит герметизирующий слой, зажатый между двумя армирующими слоями.

17. Шланг по любому из предыдущих пунктов, который способен функционировать без утечки при давлении выше 500 кПа.

18. Шланг по любому из предыдущих пунктов, который способен функционировать без утечки при давлении выше 1000 кПа.

19. Шланг по п.17 или 18, который способен функционировать без утечки при температуре от -100 до -220°C.

20. Применение шланга по любому предыдущему пункту при давлении от 500 до 2500 кПа без утечки шланга.

21. Применение шланга по любому из пп.1-19 при давлении от 1000 до 2000 кПа без утечки шланга.

22. Применение по п.20 или 21 при температуре от -100 до -220°C.

23. Применение по п.20 или 21 при температуре от -100 до -200°C.

24. Способ изготовления шланга, содержащего трубчатый участок шланга, продолжающийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, причем упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренними и внешними скрепляющими элементами, и трубчатый корпус содержит по меньшей мере два слоя, по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой, упомянутый способ содержит этапы, на которых навивают внутренний скрепляющий элемент на неметаллический сердечник, наматывают первый слой трубчатого корпуса на внутренний скрепляющий элемент, наматывают второй слой трубчатого корпуса вокруг первого слоя трубчатого корпуса, навивают внешний скрепляющий элемент на второй армирующий слой, прикрепляют соответствующие концевые фитинги к каждому концу участка шланга и снимают шланг с сердечника.

25. Способ по п.24, в котором сердечник имеет достаточную радиальную жесткость, чтобы участок шланга мог быть изготовлен на сердечнике без каких-либо существенных изменений формы поперечного сечения сердечника.

26. Способ по п.24 или 25, в котором сердечник выполняют из материала с бумажным наполнителем, материала с древесным наполнителем, или материала на основе полимерного наполнителя, или смеси этих материалов.

27. Способ по п.24, 25 или 26, в котором сердечник является картонным.

28. Способ по любому из пп.24-27, в котором сердечник изготавливают из материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 0,3 до 10 ГПа·м³/Мг (т.е. гигапаскаль × метр³/мегаграмм).

29. Способ по любому из пп.24-27, в котором сердечник изготавливают из материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 0,8 до 3 ГПа·м³/Мг.

30. Способ по п.24 или 25, в котором сердечник изготавливают из композитного материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 20 до 22 ГПа·м³/Мг и плотность в диапазоне от 1,0 до 3,0 Мг/м³.

31. Способ по любому из пп.24-30, в котором сердечник имеет, по существу, цилиндрическую форму.

32. Способ по любому из пп.24-31, в котором сердечник является полым так, чтобы приводной вал мог быть расположен по длине в пределах сердечника.

33. Способ по любому из пп.24-32, в котором втулка расположена по меньшей мере на одном конце сердечника, причем расположение ее таково, что втулка жестко прикреплена к сердечнику, посредством чего вращение втулки вызывает вращение сердечника.

34. Способ по п.33, зависящий от п.32, в котором приводной вал предпочтительно прикреплен к одной или каждой втулке и имеет выступающий конец, который может быть соединен с приводным двигателем, посредством чего вращение приводного вала вызывает вращение одной или каждой втулки и, таким образом, вращение сердечника.

35. Способ по любому из пп.24-34, в котором сердечник представляет собой разрушаемый сердечник для облегчения снятия шланга с сердечника.

36. Способ по любому из пп.24-35, в котором до сборки шланга на сердечник может быть предварительно нанесено покрытие, чтобы способствовать удалению завершеного шланга с сердечника.

37. Способ по любому из пп.24-36, в котором сердечник имеет внешний диаметр по меньшей мере 200 мм.

38. Способ по любому из пп.24-37, в котором сердечник имеет внешний диаметр по меньшей мере 300 мм.

39. Способ по любому из пп.24-38, в котором сердечник имеет длину по меньшей мере 5 м.

40. Способ по любому из пп.24-39, в котором сердечник имеет длину по меньшей мере 30 м.

41. Аппарат для изготовления шланга такого типа, который содержит трубчатый участок шланга, продолжающийся непрерывно между двумя концевыми фитингами, в котором упомянутый участок шланга содержит трубчатый корпус, расположенный между внутренними и внешними скрепляющими элементами, причем трубчатый корпус содержит по меньшей мере два слоя, по меньшей мере один герметизирующий слой и по меньшей мере один армирующий слой, при этом упомянутый аппарат содержит полевой, по существу, цилиндрический неметаллический сердечник, вокруг которого может быть расположен шланг, втулку, расположенную на каждом конце сердечника, причем втулки прикреплены к сердечнику, посредством чего вращающий момент, приложенный к втулкам, передан сердечнику, чтобы вращать сердечник по его продольной оси, и приводной вал, продолжающийся вдоль по длине внутри сердечника, при этом приводной вал соединен с втулками, посредством чего вращающий момент, приложенный к приводному валу, передается втулкам для их вращения, при этом приводной вал выступает наружу от втулок и сердечника по меньшей мере на одном конце сердечника.

42. Аппарат по п.41, в котором сердечник имеет достаточную радиальную жесткость, чтобы участок шланга мог быть изготовлен на сердечнике без каких-либо существенных изменений формы поперечного сечения сердечника.

43. Аппарат по п.41, в котором сердечник имеет достаточную жесткость на изгиб, чтобы сохраняться достаточно прямым, чтобы смежные гофрированные секции участка шланга могли быть, по существу, выровнены вокруг, по существу, всей окружности его концов до скрепления гофрированных секций вместе.

44. Аппарат по пп.41, 42 или 43, в котором сердечник выполнен из материала с бумажным наполнителем, материала с древесным наполнителем, или материала на основе полимерного наполнителя, или смеси этих материалов.

45. Аппарат по п.44, в котором сердечник является картонным.

46. Аппарат по любому из пп.41-45, в котором сердечник изготовлен из материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 0,3 до 10 ГПа·м³/Мг.

47. Аппарат по любому из пп.41-45, в котором сердечник изготовлен из материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) от 0,8 до 3 ГПа·м³/Мг.

48. Аппарат по пп.41, 42 или 43, в котором сердечник изготовлен из композитного материала, имеющего отношение модуля Юнга (E) к плотности (ρ) в диапазоне от 20 до 22 ГПа·м³/Мг и плотность в диапазоне от 1,0 до 3,0 Мг/м³.

49. Аппарат по любому из пп.41-48, в котором сердечник имеет внешний диаметр по меньшей мере 200 мм.

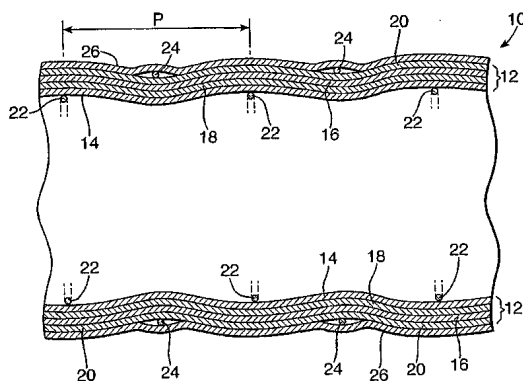
50. Аппарат по любому из пп.41-49, в котором сердечник имеет внешний диаметр по меньшей мере 300 мм.

51. Аппарат по любому из пп.41-50, в котором сердечник имеет длину по меньшей мере 5 м.

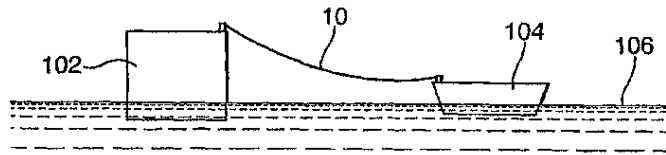
52. Аппарат по любому из пп. 41-51, в котором сердечник имеет длину по меньшей мере 30 м.

53. Аппарат по любому из пп.41-52, в котором приводной вал выступает наружу от втулок и сердечника на каждом конце сердечника.

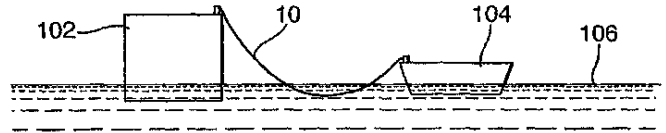
54. Аппарат по любому из пп.41-53, дополнительно содержащий приводной двигатель, выполненный с возможностью вращения приводного вала.



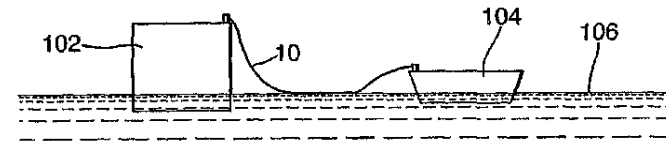
Фиг. 1



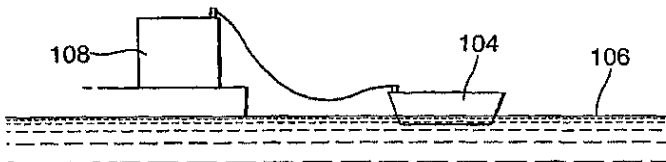
Фиг. 2А



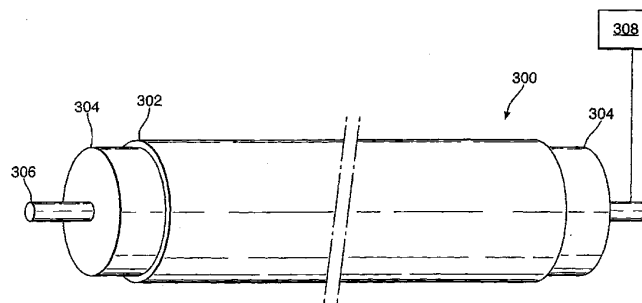
Фиг. 2В



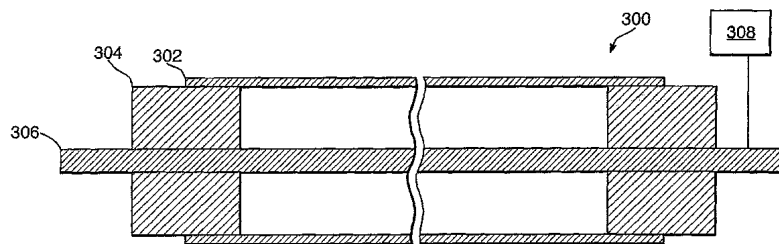
Фиг. 2С



Фиг. 2D



Фиг. 3



Фиг. 4

