

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **015882**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2011.12.30**

(21) Номер заявки  
**200900683**

(22) Дата подачи заявки  
**2007.11.07**

(51) Int. Cl. **B64B 1/50** (2006.01)  
**B64B 1/60** (2006.01)  
**B64C 37/02** (2006.01)

---

(54) **БЕЗОПАСНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ВОДОРОДА**

---

(31) **0609960**

(32) **2006.11.13**

(33) **FR**

(43) **2010.04.30**

(86) **PCT/FR2007/001840**

(87) **WO 2008/059144 2008.05.22**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:  
**МОНТЕСИНОС ФИЛИПП МАРК**  
**(FR)**

(56) DE-A1-3634101  
JP-A-2003306196  
US-A1-2002113166  
US-B1-6422506  
DE-A1-10203431  
GB-A-2393171  
US-A-4640474  
US-A-3227398  
GB-A-215923

(74) Представитель:  
**Кольцов И.Л. (RU)**

---

(57) Предложено безопасное устройство для транспортировки и хранения газообразного водорода. Устройство содержит шар 1 легче воздуха (аэростат, наполненный водородом и буксируемый с помощью троса 2 наземным транспортным средством 3, судном 4 или другим аэростатом 5). Данное устройство позволяет достаточно безопасно транспортировать газообразный водород в пустынных районах и по морю легко приспособляемым и экономичным способом. Аэростат 1 можно использовать для хранения водорода в достаточно безопасных условиях до и после его транспортировки.

**B1**

**015882**

**015882**

**B1**

Настоящее изобретение относится к безопасному устройству для перевозки и хранения газообразного водорода.

Подобные устройства описывает множество документов. Среди них можно упомянуть патент DE 3634101, который описывает жесткий аэростат типа "Zeppelin", управляемый пилотами, находящимися на борту аэростата, сила тяги которого обеспечивается винтами и двигателями, расположенными на борту аэростата, что утяжеляет аэростат. Перевозимый водород хранится в сферических жестких емкостях и не участвует в поддержке аэростата, а утяжеляет его. На обратном пути аэростат нагружен водородом под атмосферным давлением.

Водород в качестве энергоносителя получит широкое развитие, он должен заменить ископаемые виды энергий (нефть, газ, уголь), которые загрязняют окружающую среду (загрязнение воздуха в городах, увеличение парникового эффекта, кислотные дожди и т.д.), резервы которых истощаются и производство которых не отвечает более мировым энергетическим нуждам.

Водород не загрязняет окружающую среду, его преимущество состоит в том, что он может генерировать электроэнергию в топливных элементах, его можно использовать в качестве топлива так же, как природный газ или топливо для двигателей внутреннего сгорания в транспортных средствах и т.д.

Сам по себе водород не возникает в природе, его необходимо производить, например, посредством электролиза воды и желательнее с помощью возобновляемых энергоресурсов, таких как солнечная энергия.

Наиболее благоприятными районами для получения водорода с помощью солнечной энергии являются жаркие пустынные зоны благодаря сильной инсоляции и наличию многих неиспользованных территорий.

В патенте FR 2874975 описывается способ получения водорода в пустынных зонах с помощью солнечной энергии с очень низкими затратами. Но сразу после получения этот водород необходимо сохранить и перевезти из пустынных производственных зон к местам его использования, которые могут находиться на расстоянии от нескольких сотен до нескольких тысяч километров. Например, из Сахары до южных побережий Европы или из центральной Австралии, которая является пустыней, до населенных побережий Австралии и т.п. Такая транспортировка должна осуществляться с минимальными затратами, с большой гибкостью, с учетом значительного увеличения перевозимых объемов и наиболее безопасно.

Простым и надежным способом транспортировки водорода является использование газопровода, этот способ широко используется и технически хорошо освоен. По газопроводам длиной в несколько сотен километров водород транспортируют в Европе и в Северной Америке. По таким же газопроводам длиной в тысячи километров перевозят природный газ по всему миру. Газопроводы могут быть наземными или подводными и позволяют соединять производственные зоны и зоны потребления, которые разделены несколькими сотнями километров. Однако этот способ имеет некоторые недостатки: для сооружения газопровода требуется много времени и большие финансовые затраты (земляные работы, установка газопровода, компрессорные станции и т.д. Во время транспортировки по газопроводу на всем его протяжении газ необходимо дополнительно сжимать компрессорами, установленными вдоль газопровода, что приводит к затратам энергии. К тому же, транспортировка посредством газопровода не является гибкой, она плохо приспособлена для транспортировки объемов, которые в начале водородной экономики будут незначительными, но впоследствии сильно возрастут, и следовательно существует проблема с определением размеров трубопроводов.

Переход от использования ископаемых видов энергии (нефть, газ, уголь) к водородной экономике, то есть широкомасштабное использование водорода в качестве экологически чистого энергоносителя для производства электроэнергии, отопления, приведения в движение автомобилей и т.д. будет происходить постепенно и поэтому очень сложно, по крайней мере в начале, вкладывать средства в газопроводы, которые сначала будут недогружены и окажутся слишком маленькими, когда водородная экономика достигнет высокого уровня развития. К тому же сооружение сети газопроводов требует огромных вложений.

Для того чтобы водород пользовался спросом у потребителей, его цена должна быть конкурентоспособной. Это является основным условием, т.к. если водород будет обходиться потребителю дороже, чем ископаемые энергии, он не получит широкого применения, несмотря на его экологичность. Поэтому необходимо, чтобы транспортировка водорода осуществлялась с минимальными затратами.

Для расширения сети газопроводов, транспортирующих водород, нужен спрос, а для того, чтобы был спрос, нужно, чтобы поставки водорода были хорошо налажены, это проблема яйца и курицы - что должно появиться сначала?

Водород можно также транспортировать и хранить после предварительного сжатия до 200-700 бар, для этого требуются тяжелые и дорогие емкости, что с энергетической и экономической точки зрения является нерентабельным для больших расстояний.

Водород можно также сжижать и перевозить в автоцистернах или метановозах. Но водород имеет очень низкую температуру сжижения, ниже  $-252,85^{\circ}\text{C}$  (20,3 К, и для его сжижения требуется большое количество энергии. Так, для сжижения газообразного водорода при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  требуется энергия, равная примерно 40% от энергетической ценности сжижаемого объема водорода.

Кроме того, газообразный водород может существовать в двух формах (модификациях) - в виде ор-

то- (75%) и параводорода (25%). Перед сжижением для обеспечения большей устойчивости орто-водород необходимо преобразовать в параводород. Несмотря на это, в целях безопасности каждый день нужно выпускать, как минимум, 1% водорода. Сооружение установок для сжижения водорода является дорогостоящим, а для того, чтобы поддерживать водород в жидком состоянии при таких низких температурах, емкости должны быть хорошо термоизолированы и, следовательно, должны иметь высокую стоимость.

За исключением газопроводов трудно найти способ транспортировки водорода, который был бы выгоден с экономической точки зрения. Транспортировка водорода по морю или по суше с помощью транспортных средств малорентабельна из-за его низкой объемной массы -  $1 \text{ м}^3$  водорода при атмосферном давлении и при температуре  $0^\circ\text{C}$  весит  $0,08988 \text{ кг}$ , и даже после сжатия нерентабельно транспортировать большие объемы, масса которых крайне низка.

Такое специфическое физическое свойство водорода, заключающееся в том, что в газообразном состоянии он имеет очень низкую объемную массу  $0,08988 \text{ кг/м}^3$ , является его большим недостатком.

В настоящем изобретении этот главный недостаток водорода превращается в его преимущество для транспортировки.

Целью изобретения является помещение водорода в очень большой аэростат и его буксировке с помощью наземного транспортного средства, корабля или другого аэростата.

$1 \text{ м}^3$  воздуха под атмосферным давлением и при температуре  $0^\circ\text{C}$  весит  $1,293 \text{ кг}$ . Водород в  $14,38$  раз легче воздуха, благодаря чему его использовали в управляемых шарах, называемых также "легче воздуха", для перевозки пассажиров и грузов. В каждом случае, когда водород использовали в аэростатах, он служил в качестве средства для подъема аэростата (при давлении, равном атмосферному) или в качестве движущей силы аэростата посредством его сжигания, например, в двигателях внутреннего сгорания, приводящих в движение винт, или посредством топливного элемента.

В настоящем изобретении используется идея наполненного водородом шара, но изменена функция водорода.

В настоящем изобретении водород является продуктом, который транспортируют при помощи аэростата внутри самого аэростата. Из средства для транспортировки водород превращается в объект транспортировки. Шар может транспортировать значительный объем газа. Под шаром мы подразумеваем аэростат любой формы, который легче воздуха, нежесткий, полужесткий или жесткий.

Шар может быть жестким, то есть типа "Zeppelin", но такой шар является тяжелым, дорогостоящим, его изготовление сложно и занимает много времени, требуются большие эксплуатационные расходы и многочисленные проверки, у него плохая сопротивляемость ветру и ударам. Шар может быть полужестким, но предпочтительным является нежесткий шар, имеющий водородонепроницаемую оболочку. Нежесткие шары очень легкие, их просто и быстро изготавливать, они прочные, имеют низкую стоимость и более надежны.

Шар может быть любой формы - сферической, в форме тарелки и т.д., но предпочтительной является сигарообразная форма, которая наиболее аэродинамична. В случае нежестких шаров форму им придает внутреннее давление водорода.

Так же как танкеры позволяют перевозить жидкость (нефть) по другой жидкости (по морю), так и шары позволяют транспортировать газ (водород) в другом газе (в атмосферном воздухе). Аэростат выполняет ту же функцию, что и танкеры или метановозы при транспортировке топлива по морю, а по прибытии на берег нефтеналивные суда или метановозы переправляют свой груз в нефте- или газопроводы.

Транспортировка водорода с помощью надежного аэростата более безопасна, чем перевозка топлива с помощью метановозов или танкеров. Аэростат можно быстро освободить от транспортируемого водорода, причем отсутствует контакт с человеком и риск столкновения с другим судном.

Доставленный к побережью страны-потребителя водород переправляют дальше по газопроводу так же, как с обычных метановых терминалов.

Шар в настоящем изобретении может служить не только для транспортировки водорода, но и для его надежного хранения в исходной точке на месте производства и в конечной точке на месте использования. Такая форма хранения является очень безопасной и недорогой. Далее водород можно переправлять по газопроводам, причем он уже частично сжат.

К сожалению, водород также имеет свойство легко воспламеняться и взрываться, из-за чего от него отказались в пользу гелия, который является инертным газом, а значит невоспламеняющимся и невзрывающимся и, следовательно, более безопасным. Учитывая это опасное свойство водорода, в устройстве, являющемся предметом изобретения, используются многочисленные технические приемы для обеспечения наиболее безопасного средства для транспортировки и хранения водорода. Задача состоит в том, чтобы не было рабочих как внутри шара так и возле него, шар с помощью троса буксируют наземным транспортом, специально созданным для этой цели, или с помощью судна, тоже созданного для этой цели. Это позволяет дополнительно облегчить шар, так как благодаря тому, что отсутствует необходимость обеспечивать движение самого шара, он не отягощен ни двигателями, которые нужны для его продвижения, ни необходимым горючим, ни экипажем на борту, которые влекут за собой потерю грузоподъемно-

сти транспортного средства. Кроме того, при использовании наземного транспортного средства или судна сила тяги более эффективна, чем при использовании воздушных винтов. В случае ветра буксирное транспортное средство является надежным местом крепления шара.

С буксирного транспортного средства можно также нагрузить или разгрузить шар для регулировки его высоты. Однако существует также возможность буксировки аэростата, в котором находится водород, с помощью другого аэростата, который используется только для буксировки.

Благодаря тому, что водород в 14,38 раз легче воздуха, он обладает подъемной силой, даже если сжат под давлением 10 бар. С помощью буксируемого аэростата можно транспортировать огромный объем водорода, используя буксирный грузовой автомобиль или буксирное судно средних размеров, тогда как в другом случае понадобились бы транспортные средства очень больших размеров. Система с буксируемым шаром позволяет при одноразовой загрузке использовать один и тот же способ транспортировки на суше и на море, меняя только транспортное средство, буксирующее шар. Например, водород, полученный с помощью солнечной энергии в соответствии с патентом FR 2874975 в пустыне Сахара, загружают в шар, который буксируют с помощью грузовика до побережья Средиземного моря, затем с помощью судна его буксируют до южных берегов Европы (Испании, Франции, Италии, Греции). Или, например, если водород был получен в Ливийской пустыне в Египте, его можно легко транспортировать в Афины в Греции, или водородом, полученным на юге Туниса, можно без труда снабдить большинство городов Италии, а затем по сети газопроводов распределить его по всей Европе. Водород можно использовать, смешав его, предпочтительно до 20%, с природным газом, не изменяя при этом газопроводы.

Способ транспортировки с использованием предмета изобретения нуждается в очень небольшом количестве энергии для перевозки больших объемов газа. Такой способ транспортировки является очень гибким и позволяет снабжать водородом многие регионы, расположенные на морских побережьях, или транспортировать водород с внутренних территорий в населенные районы. Транспортировка таким способом не требует инфраструктуры, за исключением той, которая нужна для хранения шара по его прибытии и для его отправки.

Несмотря на все меры безопасности, используемые в способе транспортировки водорода устройством по данному изобретению, этот способ предназначен для применения только в пустынных зонах и на море. Во-первых, в целях безопасности и, во-вторых, в практических целях его нельзя использовать там, где электрические и телефонные линии расположены над землей (за исключением случаев, когда они частично заглублены или под мостами, или там, где буксировочный трос может зацепиться за деревья и т.д.).

Другие особенности и преимущества настоящего изобретения будут легко понятны из последующего описания, где они представлены только в качестве неограничивающих примеров с ссылкой на приложенные чертежи.

На фиг. 1 представлен схематический вид наполненного водородом аэростата, буксируемого наземным транспортным средством;

на фиг. 2 - схематический вид наполненного водородом аэростата, буксируемого судном;

на фиг. 3 - схематический вид наполненного водородом аэростата в разрезе;

на фиг. 4 - схематический вид аэростата в разрезе, имеющего наполненный гелием резервуар, в начале загрузки водорода;

на фиг. 5 - схематический вид аэростата в разрезе, имеющего наполненный гелием резервуар, после наполнения водородом;

на фиг. 6 - схематический вид аэростата в разрезе, имеющего наполненный гелием резервуар, после выгрузки транспортируемого водорода;

на фиг. 7 - схематический вид аэростата в разрезе, имеющего небольшой баллон, наполняемый жидким балластом;

на фиг. 8 - схематический вид аэростата в разрезе, защищенного двойной оболочкой и гелием;

на фиг. 9 - схематический вид защищенного аэростата в разрезе, имеющего устройство для выгрузки водорода;

на фиг. 10 - схематический вид грузовика в разрезе, предназначенного для буксировки наполненных водородом аэростатов;

на фиг. 11 - схематический вид грузовика в разрезе сверху, предназначенного для буксировки наполненных водородом аэростатов;

на фиг. 12 - схематический вид судна в разрезе, предназначенного для буксировки наполненных водородом аэростатов;

на фиг. 13 - схематический вид судна в разрезе сверху, предназначенного для буксировки наполненных водородом аэростатов;

на фиг. 14 - схематический вид наполненного водородом аэростата, буксируемого другим аэростатом;

на фиг. 15 - схематический вид троса в разрезе, который позволяет буксировать аэростат.

На фиг. 1 представлен схематический вид наполненного водородом аэростата 1, буксируемого с помощью наземного транспортного средства 3.

На фиг. 2 представлен схематический вид наполненного водородом аэростата 1, буксируемого с

помощью судна 4.

На фиг. 14 представлен схематический вид наполненного водородом аэростата 1, буксируемого с помощью другого аэростата 5.

Наполненный водородом аэростат 1 буксируют посредством троса 2 с помощью наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5.

Буксирный трос 2 может состоять, например, из арамидных или углеродных волокон, которые прочнее и легче стали.

На каждом буксирном тросе 2 имеются также

электрический кабель для подачи электроэнергии к аэростату 1 с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5 для ночного освещения, измерительных приборов, устройств по управлению аэростатом 1 и т.д.;

кабель для передачи на буксирное наземное транспортное средство 3, или судно 4, или другой аэростат 5 измеренных данных, полученных с помощью измерительных приборов, расположенных на борту аэростата 1;

кабель для передачи команд с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5 на аэростат 1;

шланг для загрузки и выгрузки балласта аэростата 1 с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5;

кабель для снятия статического электричества с аэростата 1 на буксирное наземное транспортное средство 3 или судно 4 с целью уменьшения опасности попадания молний в аэростат 1; удаление электростатических зарядов осуществляется по направлению к земле или морю.

На аэростате 1 и на буксирном наземном транспортном средстве 3, или судне 4, или другом аэростате 5 расположены измерительные приборы, предназначенные для определения силы и направления ветра, температуры, высоты аэростата 1, скорости и т.д.

Кроме того, для большей безопасности данные могут передаваться посредством радиосвязи.

На аэростате 1 расположены устройства для регулирования направления аэростата 1 и его горизонтального и вертикального положения, с рулями высоты и т.д., но предпочтительными являются управляемые пропеллеры, позволяющие аэростату 1 двигаться горизонтально или вертикально.

В случае, когда аэростат 1, транспортирующий водород, буксируют с помощью другого аэростата 5, сила тяги этого аэростата 5 обеспечивается с помощью управляемых пропеллеров 6. В целях безопасности буксирный аэростат 5 содержит только гелий.

На фиг. 3 изображен схематический вид в разрезе аэростата, наполненного водородом.

В самом простом виде аэростат 1, транспортирующий водород 11, может состоять из единственной оболочки 10, непроницаемой для водорода. В воздухоплавании обычно используют несколько материалов: Дакрон, Мулар и т.п. Но предпочтительными будут арамидные волокна, например, Kevlar, из-за их прочности и легкости в сочетании, например, с полиэтиленом очень высокой плотности, чтобы избежать утечки водорода. К тому же арамидные волокна негорючи, устойчивы к износу, неэластичны, и у них отсутствует термическое расширение.

Так как водород в 14,38 раз легче воздуха, то его можно сжимать до давления от 10 до 13 бар, при котором он все еще обладает подъемной силой, позволяющей шару летать. Чем пустой шар легче, тем больше можно сжать водород (до 14 бар) и, следовательно, транспортировать больше водорода.

Например, аэростат 1 наполняют водородом, сжатым под давлением 11 бар, что соответствует 11 объемам аэростата 1 с водородом под давлением 1 бар. По прибытии в место назначения водород выпускают до тех пор, пока его давление не снизится до 1 бара (таким образом, из аэростата 1 выгружают 10 объемов водорода).

Аэростат 1 возвращается на место производства водорода всего лишь с одним объемом водорода под давлением 1 бар, что обеспечивает полет и поддерживает упругость оболочки 10 аэростата 1.

На фиг. 4 изображен схематический вид в разрезе аэростата, имеющего заполненный гелием резервуар 13, в начале загрузки водорода 11. В целях безопасности, во избежание обратного рейса аэростата 1, содержащего объем водорода под давлением 1 бар, можно использовать простое решение: установить водородонепроницаемую нежесткую перегородку 12, разделяющую одну часть, содержащую водород 11, от второй части - резервуара 13, содержащего лишь объем инертного газа, например гелия, под давлением 1 бар. Преимущество гелия состоит в том, что он является инертным и наиболее легким газом после водорода.

На фиг. 5 изображен схематический вид в разрезе аэростата, имеющего заполненный гелием резервуар 13, после загрузки водорода 11. Таким образом можно, например, заполнить одну часть водородом 11 под давлением 10 бар, при этом содержащий гелий резервуар 13 также будет сжат под давлением 10 бар.

На фиг. 6 изображен схематический вид в разрезе аэростата, имеющего заполненный гелием резервуар 13, после выгрузки транспортируемого водорода. После выгрузки из аэростата 1 транспортируемого водорода останется только гелий под давлением в 1 бар в резервуаре 13, предназначенном для этой цели.

Более безопасно возвращать на место производства водорода аэростат 1, содержащий только гелий,

который в отличие от водорода не воспламеняется.

При давлении 1 бар и температуре 0°C гелий весит 0,1785 кг/м<sup>3</sup>. Подъемная сила гелия составляет 92,64% от подъемной силы водорода.

Таким образом, аэростат 1 возвращается на место производства водорода с одним объемом гелия под давлением 1 бар, что обеспечивает полет и поддерживает упругость оболочки 10 аэростата 1.

На фиг. 7 изображен схематический вид в разрезе аэростата, имеющего небольшой баллон 20, загружаемый жидким балластом.

Одной из основных проблем шаров "легче воздуха" является управление их высотой. В устройстве по настоящему изобретению тот факт, что аэростат 1 связан с наземным транспортным средством 3, или судном 4, или другим аэростатом 5 с помощью троса 2, позволяет объединять этот трос 2 со шлангом, обеспечивающим загрузку в аэростат 1 и выгрузку из него жидкости, например воды. Балластная жидкость 17 находится в небольшом баллоне 20. Гибкая перегородка 18 отделяет жидкость 17 от другой части 19 баллона, наполненной инертным газом, например гелием.

Несколько небольших баллонов 20, распределенных внутри аэростата 1, позволяют регулировать положение аэростата 1 благодаря балластной жидкости, циркулирующей между ними. Для небольших баллонов 20 предпочтительной формой является сферическая, а не в виде длинных эллипсов, так как в последнем случае возникает эффект, приводящий к увеличению смещений. Необходимую балластную жидкость для шара 1 перевозит буксирное наземное транспортное средство 3, или судно 4, или другой аэростат 5. Для предотвращения засорения трубопроводов в качестве балластной жидкости можно использовать, например, дистиллированную воду, в которую добавлен антифриз, такой как, например, гликоль.

При обратной транспортировке к месту производства водорода аэростат 1 будет легче, так как из него выгружен водород, поэтому для того, чтобы сделать его тяжелее, баллоны 20 наполняют водой 17, которую можно использовать для электролиза на месте производства водорода. Для дополнительной воды будут использоваться другие баллоны 20 без антифриза.

В случае очень сильного ветра такая система загрузки балласта позволяет опускать аэростат 1 на землю или на море, утяжеляя его, и удерживать в таком положении.

На фиг. 8 изображен схематический вид в разрезе аэростата, защищенного двойной оболочкой и инертным газом.

Для минимизации опасности утечки газа, протыкания оболочки аэростата 1, а также возможности контакта водорода с воздухом лучше иметь систему с двойной оболочкой. Дополнительную оболочку 15 располагают вокруг первой оболочки 10, а пространство между двумя оболочками 10 и 15 заполняют инертным газом, например гелием. Для усовершенствования конструкции между двумя оболочками 10 и 15 размещают небольшие баллоны 14, наполненные инертным газом, например гелием. В результате, аэростаты имеют двухоболочечную конструкцию, такую как в современных танкерах.

Небольшие баллоны 14 предпочтительно скреплены между собой в точках 26 касания, а также прикреплены к оболочкам 10 и 15. Пространства 16 между небольшими баллонами 14 также заполняют инертным газом, например гелием. Инертный газ в небольших баллонах 14 и пространствах 16 между баллонами 14 находится под давлением 1 бар независимо от наполнения водородом.

Водород и гелий очень легко диффундируют через материалы, так как их молекулы очень малы. В частях, заполняемых только гелием, размещают детекторы водорода с целью оповещения в случае более значительной утечки водорода, чем просто диффузия через оболочки, особенно в верхней части, где водород может скапливаться (образуется ловушка для водорода). Так как водород диффундирует через оболочки в пространство, где находится гелий, то гелий периодически очищают для удаления всего водорода, который мог с ним смешаться.

Перед заполнением частей, содержащих водород 11 и инертный газ (резервуар 13, баллоны 14, пространства 16 и части 19), с целью удаления воздуха и, следовательно, кислорода их сначала заполняют азотом, который является инертным газом. Для внутренней оболочки 10 предпочтительно использовать арамидные волокна, так как эта оболочка 10 должна выдерживать давление от 10 до 13 бар, оставаясь легкой, а для внутреннего и внешнего слоя - полиэтилен очень высокой плотности, что делает эту оболочку непроницаемой для водорода и гелия.

Небольшие баллоны 14 и внешняя оболочка 15 должны выдерживать давление 1 бар, и их толщина может быть меньше, чем у внутренней оболочки 10.

Внешнюю оболочку 15 выполняют предпочтительно составной, например, центральный слой - из арамидных волокон для прочности, внешний слой - устойчивым к ультрафиолетовому излучению и неблагоприятным погодным условиям, и внутренний слой - из полиэтилена очень высокой плотности, чтобы не пропускать гелий.

На фиг. 9 изображен схематический вид в разрезе защищенного аэростата с устройством для сброса водорода.

В сложных ситуациях наличие резервуара 13 со сжатым гелием имеет преимущество в том, что он позволяет полностью освободить аэростат 1 от содержащегося в нем водорода 11 благодаря дополнительному давлению и поддерживать аэростат 1 в воздухе.

В сложных ситуациях маленький шар 22 перемещается как можно дальше от аэростата 1 и тянет гибкий шланг 23 для аварийного удаления водорода. Для сброса водорода открывают электрические клапаны 24. Маленький шар 22 наполнен инертным газом легче воздуха, например гелием. На участке 25 на верхней части шара 1 расположено устройство для аварийного сброса, которое может быть разблокировано с помощью пульта дистанционного управления с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5. Если буксирный трос 2 сломается или случайно отцепится, произойдет автоматический сброс водорода. Например, в буксирном тросе 2 имеется слабый электрический ток, который поступает с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5, и если этот электрический ток не течет, например, из-за обрыва троса 2, то аэростат 1 опорожняется автоматически. Затем аэростат 1 приземляется, выпуская небольшое количество гелия.

В случае, если трос зацепится за дерево или возникнет какая-либо другая проблема, система позволяет отцепить трос 2 от аэростата 1, или от буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5 (этой системой можно управлять с помощью пульта дистанционного управления).

Водород очень быстро диффундирует в воздухе. Но нужно избегать сброса водорода, так как это приводит к потере выработки. Кроме того, высвобожденный водород может способствовать разрушению озонового слоя и т.д. Сброс водорода должен осуществляться только в чрезвычайных ситуациях - при непредвиденных погодных условиях, в случае проблем на буксирном наземном транспортном средстве 3, или судне 4, или другом аэростате 5 и т.д.

Когда шар заполнен водородом на 100%, возможность возгорания, взрыва и дефлаграции минимальна.

На фиг. 10 изображен схематический вид в разрезе грузовика, предназначенного для буксировки аэростатов, наполненных водородом.

На фиг. 11 изображен схематический вид в разрезе сверху грузовика, предназначенного для буксировки аэростатов, наполненных водородом.

Предпочтительными наземными буксирными транспортными средствами 3 являются специально разработанные вездеходные грузовые автомобили. Для большей устойчивости они очень широкие.

Вращающаяся лебедка 30 позволяет сматывать или разматывать трос 2. На лебедке 30 установлена система амортизации троса 2, которая контролирует перенапряжение троса 2, автоматически отпускает трос 2 и автоматически натягивает его вновь.

Буксирное наземное транспортное средство 3 или судно 4 транспортирует жидкость, необходимую для балластной загрузки аэростата 1. Жидкость утяжеляет грузовой автомобиль 3 или судно 4 и делает его устойчивым. Для большей безопасности, например, на случай утечки имеются два ряда изолированных резервуаров 31. Трубки 35 делают возможной циркуляцию слабого потока между резервуарами 31 для сохранения их сбалансированности.

Наземные буксирные транспортные средства 3 перемещаются по пустыне, где есть опасность, что их занесет песком. Во избежание этого имеется система для быстрого вытаскивания с помощью домкратов 34.

На фиг. 12 изображен схематический вид в разрезе судна, предназначенного для буксировки аэростатов, наполненных водородом.

На фиг. 13 изображен схематический вид в разрезе сверху судна, предназначенного для буксировки аэростатов, наполненных водородом.

В качестве буксирного судна 4 предпочтительно использовать многокорпусное судно типа катамарана, из-за его хорошей поперечной устойчивости или для того, чтобы судно не переворачивалось, если из-за ветра аэростат 1 сильно натягивает трос 2.

На фиг. 15 изображен схематический вид в разрезе троса 2, пригодного для буксировки аэростата 1.

Трос 2, соединяющий буксирное наземное транспортное средство 3, или судно 4, или другой аэростат 5 с аэростатом 1, позволяет также снабжать аэростат 1 электрической энергией, загружать и выгружать балласт, обмениваться данными, передавать команды и удалять электростатические заряды.

Трос 2 может состоять из

буксирного троса 41, который передает силу тяги от буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5 к аэростату 1; такой трос может состоять, например, из арамидных или углеродных волокон;

шланга 42, позволяющего перемещать балластную жидкость между буксирным наземным транспортным средством 3, или судном 4, или другим аэростатом 5 и аэростатом 1;

электрического кабеля 43, питающего аэростат 1 электрической энергией с буксирного транспортного средства 3, 4 или 5;

кабеля 44, передающего данные с аэростата 1 на буксирное наземное транспортное средство 3, или судно 4, или другой аэростат 5;

кабеля 45, передающего команды с буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5 на аэростат 1;

кабеля 46, удаляющего электростатические заряды с аэростата 1 на буксирное наземное транспортное средство 3 или судно 4;

оболочки 48, устойчивой к внешним воздействиям и трению.

С помощью устройства по настоящему изобретению можно транспортировать, помимо водорода, и другие газы, например метан, бутан, пропан и любые природные газы. Природный газ иногда используют в воздухоплавании для поддержки аэростатов, так как одним из свойств природного газа является то, что он легче воздуха. Например, 1 м<sup>3</sup> метана при давлении 1 бар весит 0,651 кг, что легче воздуха, значит с помощью устройства по настоящему изобретению можно транспортировать природный газ, который может быть даже немного сжат, например до 1,5 бар.

Также можно транспортировать аммиак, 1 м<sup>3</sup> которого весит 0,6813 кг при давлении 1 бар, или кислород, 1 м<sup>3</sup> которого весит 1,4291 кг при давлении 1 бар и температуре 0°C.

Можно использовать буксирное транспортное средство-амфибию, которое действует как наземное буксирное транспортное средство и как буксирное судно, но лучше иметь два различных, более приспособленных транспортных средства, что эффективней.

Можно также аэростат 1, транспортирующий водород согласно настоящему изобретению, не буксировать с помощью троса 2 и буксирного наземного транспортного средства 3, или судна 4, или другого аэростата 5, а пилотировать или управлять им с помощью пульта дистанционного управления. Но в этом случае теряются многие преимущества настоящего изобретения.

Вместо одного аэростата 1 с водородом можно использовать несколько аэростатов в различных сочетаниях и комбинациях, но лучше иметь только один аэростат 1.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для транспортировки и хранения легковоспламеняющегося газа, содержащее аэростат (1), в который помещен подлежащий транспортировке или хранению легковоспламеняющийся газ, отличающееся тем, что

аэростат (1) является нежестким аэростатом типа надувного шара, а оболочка (10) указанного нежесткого аэростата (1) является резервуаром для легковоспламеняющегося газа, подлежащего транспортировке или хранению,

причем устройство содержит трос (2) и транспортное средство, буксирующее указанный нежесткий аэростат (1) с помощью указанного троса (2), при этом указанное транспортное средство является наземным транспортным средством (3), или судном (4), или другим аэростатом (5).

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что аэростат содержит резервуар (13) с инертным газом и нежесткую перегородку (12), отделяющую инертный газ от легковоспламеняющегося газа, подлежащего транспортировке или хранению, причем указанный инертный газ сжат под тем же давлением, что и легковоспламеняющийся газ, подлежащий транспортировке или хранению, что позволяет указанному сжатому инертному газу удалять транспортируемый или хранимый легковоспламеняющийся газ из устройства.

3. Устройство по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что аэростат содержит дополнительную оболочку (15), а пространство, отделяющее указанную оболочку (10) от указанной оболочки (15), заполнено инертным газом.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что оно содержит баллоны (14), наполненные инертным газом и расположенные между оболочкой (10) и дополнительной оболочкой (15).

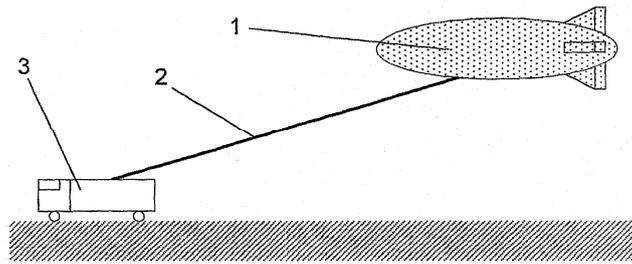
5. Устройство по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что оно содержит шар (22), наполненный инертным газом легче воздуха, и шланг (23), который соединяет указанный нежесткий аэростат (1) с указанным шаром (22) и посредством которого легковоспламеняющийся газ, подлежащий транспортировке или хранению, можно удалить из указанного нежесткого аэростата (1).

6. Устройство по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что нежесткий аэростат (1) типа надувного шара служит в качестве безопасного хранилища низкой себестоимости и оптимального объема для подлежащего транспортировке легковоспламеняющегося газа на месте его производства или использования.

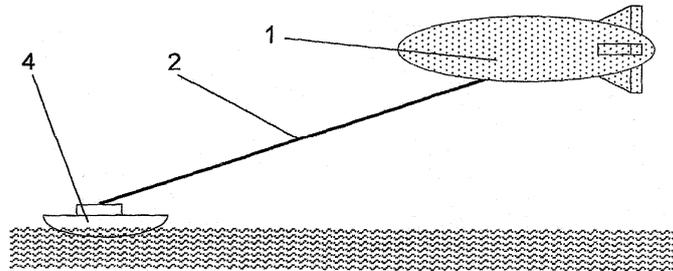
7. Устройство по одному из пп.1-5, отличающееся тем, что оно содержит шланг (42), соединяющий буксирное наземное транспортное средство (3), или судно (4), или другой аэростат (5) с нежестким аэростатом (1) типа надувного шара, прикрепленный к буксирному тросу (2) и позволяющий жидкости циркулировать между указанными буксирным наземным транспортным средством (3), или судном (4), или другим аэростатом (5) и указанным нежестким аэростатом (1).

8. Устройство по одному из пп.1-5, отличающееся тем, что оно содержит электрический кабель (43), соединяющий буксирное наземное транспортное средство (3), или судно (4), или другой аэростат (5) с нежестким аэростатом (1) типа надувного шара, прикрепленный к буксирному тросу (2) и позволяющий подавать электричество с указанного буксирного наземного транспортного средства (3), или судна (4), или другого аэростата (5) на нежесткий аэростат (1).

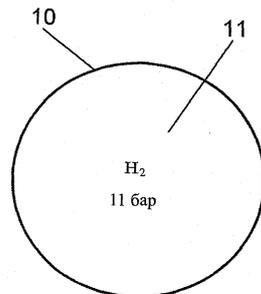
9. Устройство по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что легковоспламеняющийся газ, который транспортируют или хранят в нежестком аэростате (1) типа надувного шара, является одним из компонентов природного газа.



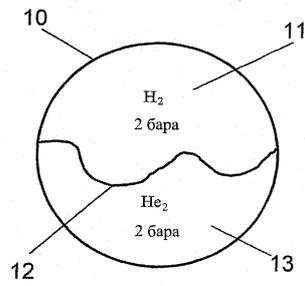
Фиг. 1



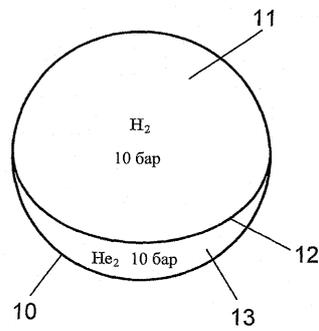
Фиг. 2



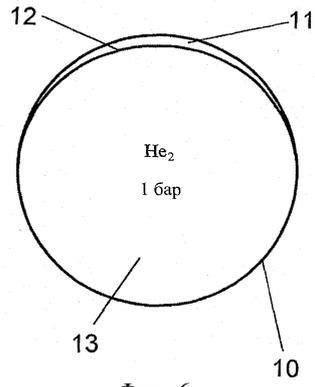
Фиг. 3



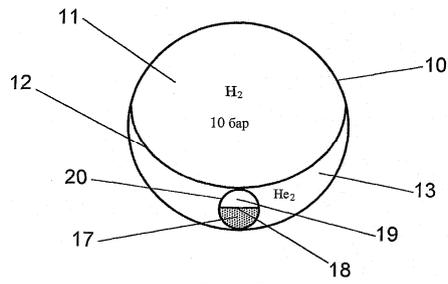
Фиг. 4



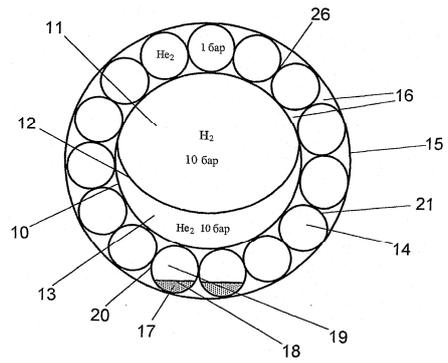
Фиг. 5



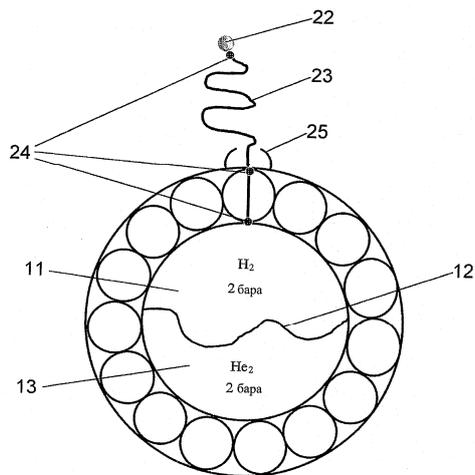
Фиг. 6



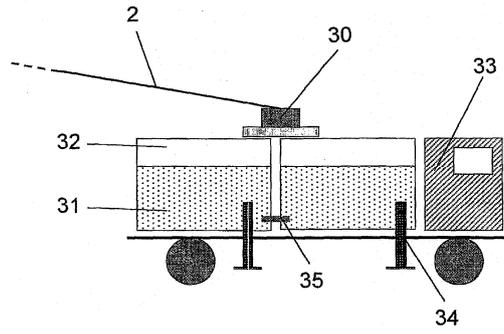
Фиг. 7



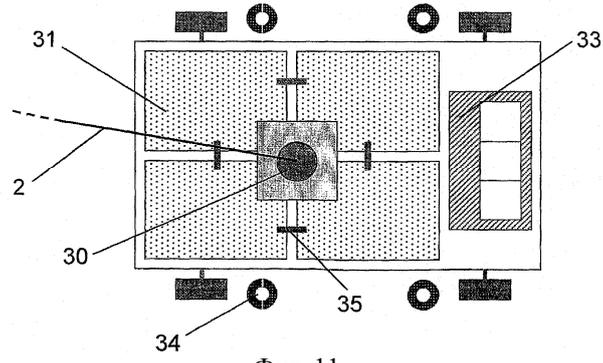
Фиг. 8



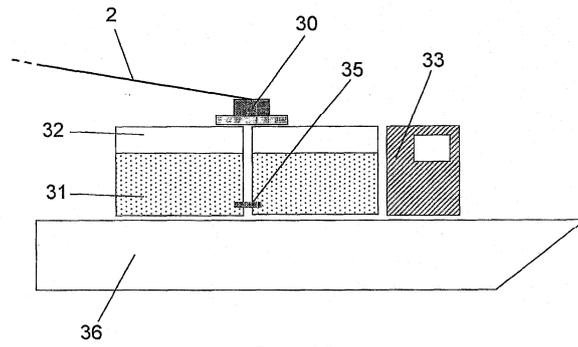
Фиг. 9



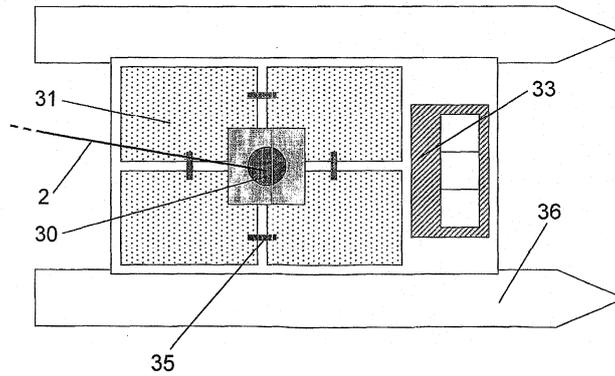
Фиг. 10



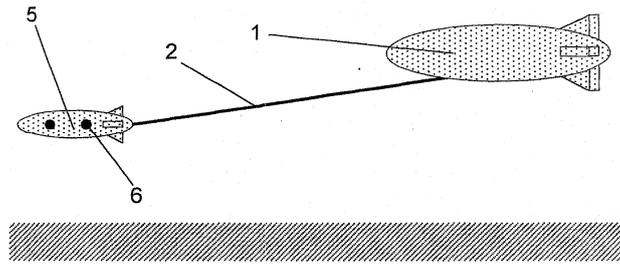
Фиг. 11



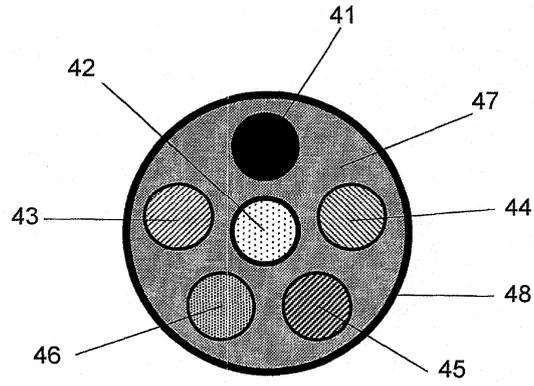
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

