

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034566**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.02.20

(51) Int. Cl. **B65D 88/34 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201692168

(22) Дата подачи заявки
2015.02.11

(54) **РЕЗЕРВУАР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПЛАВУЧИЙ ЭЛЕМЕНТ ДЛЯ ЗАЯВЛЕННОГО РЕЗЕРВУАРА**

(31) **RU2014126630**

(56) **SU-A1-1541142**

(32) **2014.07.01**

RU-C1-2127216

(33) **RU**

US-A1-3938338

(43) **2017.08.31**

WO-A2-2012049502

(86) **PCT/IB2015/051010**

US-A1-20140144918

(87) **WO 2016/001770 2016.01.07**

PL-B1-213116

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "НАУЧНО-
ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
КОМПАНИЯ
"ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Некипелов Владимир Станиславович
(RU)**

(74) Представитель:
Чабань Ю.М. (RU)

(57) Изобретение относится к области резервуаростроения и может быть использовано при строительстве резервуаров для хранения легких фракций нефтепродуктов, преимущественно для хранения бензинов. Резервуар для хранения нефтепродуктов состоит из корпуса, крыши и плавающего защитного покрытия из множества плавучих элементов в виде тел вращения одинаковой формы. В резервуаре часть плавучих элементов защитного покрытия располагается ниже зеркала жидкости, а часть - в газовом пространстве резервуара. Отличительной особенностью предлагаемого изобретения являются плавучие элементы, которые имеют размеры, отличные друг от друга не более чем на 5%. При этом плавучие элементы, из которых состоит плавающее защитное покрытие, имеют смещенный центр тяжести относительно их геометрического центра. Все элементы защитного покрытия выполнены из неискрящего металла. Технический результат изобретения заключается в снижении скорости испарения и концентрации паров жидкости; флегматизации процесса горения и исключении вероятности накопления статического заряда и возникновения искрового разряда между плавучими элементами.

034566
B1

034566
B1

Изобретение относится к области резервуаростроения и может быть использовано при строительстве резервуаров для хранения легких фракций нефтепродуктов, преимущественно для хранения бензинов.

В эксплуатируемых в настоящее время резервуарах для хранения нефтепродуктов без применения плавающей крыши или понтонов, на поверхности жидкости происходит интенсивное испарение нефтепродуктов, которое приводит к образованию взрыво- и пожароопасной смеси паров с воздухом в газовом пространстве резервуара. Даже с применением современных систем молниезащиты не удается избежать ударов молнии в резервуар. При попадании молнии в резервуары, заполненные нефтепродуктами, происходят взрывы и пожары, которые приносят не только значительные убытки, но и приводят к травмам и гибели людей.

Известны способы изготовления однодисковых поплавковых плавающих крыш с кольцевым понтоном, с радиальными и кольцевыми поплавками или кольцевым понтоном и точечными поплавками, при котором центральную часть плавающих крыш поставляют на строительную площадку в виде отдельных листов, кольцевой понтон, точечные, радиальные, кольцевые поплавки доставляют отдельными элементами соответственно: герметичными блоками (отсеками), профильными или коробчатыми балками, коробами без днищ. Радиальные, кольцевые, точечные поплавки располагают равномерно по всей площади крыши /RU2200120, B65D88/34, 10.03.2003; GB1191461A, B65D88/34, 13.05.1970, RU2127216 C1, B65D88/34, 10.03.1999, RU2163559 C1, B65D88/34, 27.02.2001/. На стойках над днищем собирают каркас и понтоны плавающей крыши. По каркасу настилают пласти центральной части, сваривают их между собой. На расстеленную центральную часть плавающей крыши приваривают радиальные и кольцевые или точечные поплавки. Готовую центральную часть плавающей крыши приваривают к понтонному кольцу.

Основными недостатками таких крыш являются значительная трудоемкость сооружения, низкая транспортабельность и, кроме того, большая металлоемкость. В резервуарах, где подобные понтоны применяются, проблема образования взрыво- и пожароопасной смеси паров значительно снижается, но также остается. В таких резервуарах при ударе молнии или при сливе-закачке нефтепродукта может происходить перекося понтона внутри резервуара и он перестает выполнять свои защитные функции (так называемые жесткие понтоны).

Известно изобретение /EP 2530032 A1, B65D88/34, 01.06.2012/, включающее крышку, состоящую из независимых гибких отсеков, в которых расположены сферические тела. Указанные сферические тела могут иметь разный диаметр, с тем, чтобы более плотно перекрывать границу жидкости от испарения в газовое пространство резервуара. Однако, как показывает практика, сферические тела, имеющие меньший диаметр, вследствие действия сил тяжести, а также наличия вибраций, всегда опускаются ниже тел с большим диаметром и не перекрывают пространство между телами, имеющими больший диаметр. Кроме того, при хаотичном заполнении отсеков телами разного диаметра, они не будут образовывать упорядоченную структуру, имеющую минимальный размер пустой ячейки, образованной поверхностями шарообразных тел. Перфорированные же отсеки крышки будут снижать, но не препятствовать испарению жидкости. Помимо этого, как показывают наши исследования, большое значение для снижения испарения имеет не только перекрытие зеркала жидкости крышкой, расположенной в плоскости зеркала жидкости, но, в значительной степени играет роль перекрытие в газовом пространстве над зеркалом жидкости. При этом, при любых обрушениях конструкций в жидкость, например, элементов систем автоматического пожаротушения, что с большой вероятностью происходит при взрывах в газовом пространстве резервуара, например, при ударе молнии, такая крышка будет подтоплена и перестанет играть защитную роль в снижении испарения в газовое пространство резервуара при горении.

Известно также изобретение /US12533218, B65D88/34, 31.07.2008/, представляющее плавающий барьер для снижения испарения жидкого продукта, состоящий из плавучих элементов, имеющих в поперечном сечении форму многогранника. Данное изобретение, как и описанное предыдущее, решает проблему снижения испарения, но не решает проблему флегматизации процессов горения при возможных возгораниях смеси паров жидкости и воздуха. В указанном изобретении также не решена проблема перекрытия зеркала жидкости у стенок резервуара. У стенок резервуара будет происходить повышенное испарение жидкого продукта, и в газовом пространстве резервуара будет скапливаться опасная смесь паров жидкости и воздуха. Кроме того, при хаотичном заполнении резервуара указанными в изобретении плавучими элементами существует достаточно высокая вероятность нарушения правильного порядка плотной установки элементов "грань к грани", что неизбежно приведет к повышению скорости испарения жидкости.

Наиболее близким к заявляемому изобретению, является изобретение /US8616398 B2, B65D 90/22, 25.09.2012/, в котором плавающий барьер для предотвращения испарений жидкости создается набором сферических тел. Но, как и в изобретении /EP 2530032 A1, B65D88/34, 01.06.2012/, сферические тела, имеющие меньший диаметр, вследствие действия сил тяжести и вибраций, всегда опускаются ниже тел с большим диаметром и не перекрывают пространство между телами, имеющими больший диаметр. Также, при хаотичном заполнении резервуара телами разного диаметра, они не будут образовывать упорядоченную структуру, имеющую минимальный размер пустой ячейки, образованной поверхностями шарообразных тел. Наши исследования показывают, что значение для снижения испарения имеет не только

перекрытие зеркала жидкости крышкой, состоящей из сферических тел, расположенной в плоскости зеркала жидкости, но, в значительной степени перекрытие в газовом пространстве над зеркалом жидкости. Помимо этого, при любых обрушениях конструкций в жидкость, например, элементов систем автоматического пожаротушения, что с большой вероятностью происходит при взрывах в газовом пространстве резервуара, например, при ударе молнии или статическом разряде, даже предварительно упорядоченная установка сферических тел с различным диаметром, будет нарушена. Кроме того, при сливах-наливах жидкости в резервуаре, будет происходить смещение сферических тел друг относительно друга, вращение их относительно геометрической оси, что приведет к налипанию горючей жидкости на их поверхность и к повышенному испарению. Помимо этого, декларированная в изобретении /US8616398 B2, B6S D 90/22, 25.09.2012/многослойность стенки шарообразных тел, с использованием различных пластиков и смол, даже при нанесении антистатического покрытия не сможет полностью гарантировать от накопления статического электричества и появления разрядов, способных вызвать воспламенение или взрыв смеси паров с воздухом. Это подтверждается внесением соответствующих поправок в нормативные документы запрета использования для резервуаров и других хранилищ нефтепродуктов пластиковых и других полимерных изделий.

Таким образом, задачей данного изобретения является создание резервуара для хранения нефтепродуктов, лишенного указанных недостатков. Технический результат заключается в следующем:

- 1) снижение объема паровой смеси, образующейся при испарении нефтепродуктов, т.е. снижение концентрации паров жидкости в газовом пространстве резервуара;
- 2) обеспечение флегматизации процесса горения в случае возникновения пожара, удара молнии;
- 3) исключение вероятности накопления статического заряда и возникновения искрового разряда между плавающими телами.

Для решения поставленной задачи, а также для достижения заявленного технического результата предлагается резервуар для хранения нефтепродуктов, состоящий из корпуса, крыши и плавающего защитного покрытия из множества плавучих элементов. Плавучие элементы выполнены в виде тел вращения одинаковой формы. В резервуаре часть плавучих элементов располагается ниже зеркала жидкости, а часть - в газовом пространстве резервуара. Отличительной особенностью предлагаемого изобретения являются плавучие элементы, которые имеют размеры, отличные друг от друга не более чем на 5%. При этом плавучие элементы, из которых состоит плавающее защитное покрытие, имеют смещенный центр тяжести относительно геометрического центра. Все элементы защитного покрытия выполнены из неискрящего металла.

Дополнительно предлагается плавучие элементы расположить в газовом пространстве с образованием не менее чем четырех слоев.

Дополнительно предлагается плавучие элементы расположить внутри жидкости с образованием не менее чем полутора слоев.

Дополнительно в резервуаре в его верхней части может быть установлена решетка с ячейкой меньше диаметра плавучего элемента.

Дополнительно в резервуаре в его верхней части может быть выполнена внутренняя отбортовка.

Дополнительно в резервуаре в его нижней части выше уровня слива-залива жидкости может быть установлена решетка с ячейкой меньше диаметра плавучего элемента.

Плавучий элемент, составляющий плавающее защитное покрытие, может быть изготовлен из алюминия или его сплава.

Плавучий элемент может быть выполнен с керамическим покрытием из оксида алюминия или нержавеющей стали.

На поверхность плавучего элемента может быть нанесено гидрофобное покрытие.

Желательно, чтобы отношение максимального диаметра тела вращения к толщине его стенки составляло не менее 50.

Дополнительно предлагается плавучий элемент выполнить с минимальным диаметром не менее 10 мм.

Дополнительно предлагается плавучий элемент выполнить с максимальным диаметром не более 60 мм.

Также дополнительно предлагается плавучий элемент выполнить в виде шара, эллипсоида или яйцевидной формы.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где

на фиг. 1 приведен общий вид резервуара с крышей;

на фиг. 2 и фиг. 3 - сечение А фиг. 1;

на фиг. 4, 5, 6, 7, 8 - поперечные сечения некоторых из возможных форм плавучих элементов;

на фиг. 9 - график скорости испарения.

Резервуар для хранения нефтепродуктов 1 содержит крышу 2, плавающее защитное покрытие 3, состоящее из множества плавучих элементов 4, часть из которых расположена в жидкости 5, т.е. ниже зеркала жидкости 6, а часть выше зеркала жидкости 6, т.е. в газовом пространстве 7 (фиг. 1). В верхней части резервуара монтируется решетка 8 (фиг. 2) или отбортовка 9 (фиг. 3). Центр тяжести 10 плавучего

элемента 4 смещен относительно своего геометрического центра 11 (фиг. 4, 5, 6, 7, 8). В нижней части резервуара выше уровня слива-залива жидкости выполнена решетка 5 с ячейкой перфорации меньше диаметра плавучего элемента 4.

Резервуар 1 с крышей 2 и плавующим защитным покрытием 3 работает следующим образом.

При засыпании плавучих элементов 4 в резервуар 1 с жидкостью 5 (нефтепродуктами), а также при наливах и сливах жидкости 5, они, хаотично распределяясь в резервуаре, укладываются в несколько слоев, формируя плавующее защитное покрытие 3 с плотной упаковкой.

При колебании поверхности жидкости 6 при наливах и сливах или в случае взрыва, плавующее защитное покрытие 3, состоящее из множества плавучих элементов 4 в виде тел вращения одинаковой формы, функционирует по принципу ряски на водоеме. При возможном ударе молнии или обрушении конструкций крыши 2 внутри резервуара 1 плавучие элементы 4 могут разойтись, даже разлететься внутри резервуара 1. Но затем, хаотично возвращаясь, они укладываются в структуру с плотной упаковкой (плавующее защитное покрытие 3), тем самым гасят испарение и возникший очаг пожара, а также значительно флегматизируют процесс горения. Для предотвращения выброса плавучих элементов 4 за пределы резервуара 1 в случае взрыва, в его верхней части монтируется решетка 8 или отбортовка 9. Решетка 8 имеет ячейку, меньше диаметра плавучего элемента 4. Отбортовка 9 монтируется, как показано на фиг. 3, по периферии верхней части резервуара 1. Это позволяет быстро и при отсутствии риска новых взрывов локализовать и погасить возгорание. Для снижения риска попадания плавучих элементов в сливные отверстия, в нижней части резервуара выше уровня слива-залива жидкости выполнена решетка 5 с ячейкой перфорации меньше диаметра плавучего элемента.

Для снижения концентрации паров жидкости в газовом пространстве 7 резервуара 1 и обеспечение флегматизации процесса горения в качестве защитного покрытия 3 используют плавучие элементы 4, выполненные в виде тел вращения, со смещенным центром тяжести 10 относительно их геометрического центра 11. Например, как видно на фиг. 4, 5, 6, 7, 8 плавучий элемент 4 может иметь форму шара, эллипсоида или яйцевидную форму. Дальнейшие рассуждения будут сделаны относительно плавучих элементов 4, имеющих форму шара. Однако следует понимать, что эти рассуждения распространяются и на другие тела вращения. При сливах и наливах резервуара, шарообразные плавучие элементы 4 могут, соприкасаясь друг с другом, поворачиваться вокруг своего геометрического центра и, соприкасаясь с жидкостью 5, нести на своей поверхности пленку жидкости. Эта пленка может испаряться, и пары будут проникать в газовое пространство резервуара 7. Для предотвращения этого, шарообразные плавучие элементы 4 выполнены таким образом, что центр их тяжести 10 смещен относительно геометрического центра 11 (фиг. 4-8). При этом шарообразные плавучие элементы 4 будут всегда постоянно ориентированы по отношению к зеркалу жидкости 6 и при сливах-наливах в резервуар могут лишь незначительно колебаться относительно своего положения. Таким образом, сухая поверхность шарообразного плавучего элемента 4 не будет погружаться в жидкость 5, а соответственно и нести на себе пленку жидкости. Кроме того, на поверхность плавучего элемента 4 может быть нанесено гидрофобное покрытие, которое исключит капиллярный эффект. Это существенно сократит испарение.

Для предотвращения возникновения статического электричества и возможности появления искрового разряда в массе шарообразных плавучих элементов 4, сами эти элементы должны быть выполнены из неискрящего металла, преимущественно из алюминия или его сплавов. В этом случае, возможно обеспечить необходимую плавучесть элементов 4 плавующего защитного покрытия 3. Критерием выбора размера плавучего элемента 4 является соотношение: $n=D/t$,

где D - наружный диаметр шарообразного плавучего элемента 4,

t - толщина стенки шарообразного плавучего элемента 4.

Отношение n диаметра плавучего элемента D к толщине его стенки t должно быть не менее 50. Предпочтительное соотношение $n=80...110$. Большее соотношение нежелательно, так как стенка плавучего элемента 4 будет слишком тонка и нестойка к механическим на нее воздействиям. По этим же причинам минимальный диаметр плавучего элемента D должен быть не менее 10 мм. Максимальный диаметр плавучего элемента D должен быть не более 60 мм. В этом случае размер ячейки, образованной поверхностями плавучих элементов 4, при их плотной укладке, будет меньше критического, т.е. достаточным для обрыва цепной реакции (взрыва) стехиометрической смеси паров нефтепродукта с воздухом (см. Семенов Н.Н., Цепные реакции, М., Наука, 1986). Другими словами, взрыва смеси паров с воздухом внутри такой ячейки не произойдет при воздействии любого источника возгорания (искры от статического электричества, удара молнии, воздействия открытого огня и т.п.).

Наши исследования свидетельствуют о том, что минимальное количество слоев плавучих элементов 4, находящихся в газовом пространстве, для резкого сокращения испарения горючей жидкости 5 и, соответственно поступления паров жидкости в газовое пространство 7 резервуара 1, должно быть не менее четырех. При этом горение в газовом пространстве 7 резервуара 1, даже если оно произойдет по каким либо причинам, будет флегматично. Это объясняется тем, что скорость испарения жидкости 5 будет сведена к минимуму за счет перекрытия зеркала жидкости 6 и газового пространства 7 над зеркалом 6 несколькими слоями плавучих элементов 4.

Проведенные нами расчеты и испытания показали, что не менее важно и количество слоев плавучих

чих элементов 4, находящихся в жидкости 5. После возможного взрыва в газовом пространстве 7 и сброса плавучих элементов 4, находившихся в газовом пространстве 7, они первыми при всплытии переключают зеркало жидкости 6 и флегматизируют тем самым горение. При этом, как показали проведенные нами испытания, разбросанные в резервуаре 1 плавучие элементы 4 полностью восстанавливают плавающее защитное покрытие 3. Количество слоев плавучих элементов 4 в жидкости 5 должно быть не менее полутора.

Сокращение скорости испарения хорошо иллюстрирует график зависимости количества избыточного давления от времени его достижения в резервуаре 1, при котором производят сброс давления (фиг. 9), где 13 - кривая для резервуара без плавучих элементов, 14 - кривая для резервуара с жестким понтоном, 15 - кривая для резервуара с плавающим защитным покрытием 3 из множества плавучих элементов 4. Из графика фиг. 9 видно, что при наличии плавающего защитного покрытия 3, в котором плавучие элементы 4 уложены в несколько слоев, избыточное давление достигается в более длительное время.

Для предотвращения коррозии поверхности плавучих элементов 4 необходимо наносить на их поверхность слой из алюминия или его сплавов. Предпочтительный состав покрытия для плавучих элементов Al_2O_3 . Наши исследования показали, что данное керамическое покрытие поверхности плавучих элементов 4 создает эффективную коррозионную защиту поверхности металла для подавляющего большинства нефтепродуктов, как первичного производства, так и несущих различного рода присадки. Исследования показали высокую коррозионную стойкость такого покрытия по отношению к целому ряду горючих жидкостей, а для бензинов, оно полностью предохраняет поверхность плавучих элементов 4 из алюминия от коррозии.

Для предотвращения капиллярного эффекта на поверхность плавучих элементов 4 нужно наносить гидрофобное покрытие.

Таким образом, достигается поставленная задача и технический результат.

На фиг. 1 приведен общий вид резервуара с крышей;

на фиг. 2 и фиг. 3 - сечение А фиг. 1;

на фиг. 4, 5, 6, 7, 8 - поперечные сечения некоторых из возможных форм плавучих элементов;

на фиг. 9 - график скорости испарения.

На фиг. 1 обозначено: 1 - резервуар, 2 - крыша резервуара, 3 - плавающее защитное покрытие, состоящее из множества плавучих элементов 4, 5 - жидкость (нефтепродукты), 6 - зеркало жидкости, 7 - газовое пространство, 8 - решетка, 9 - отбортовка, 12 - нижняя решетка.

На фиг. 4, 5, 6, 7, 8 обозначено: 10 - центр тяжести плавучего элемента, 11 - геометрический центр плавучего элемента 4.

На фиг. 9 представлены графики скорости испарения жидкости в резервуаре в зависимости от его конфигурации: 13 - кривая для резервуара без плавучих элементов, 14 - кривая для резервуара с жестким понтоном, 15 - кривая для резервуара с плавающим защитным покрытием из множества плавучих элементов.

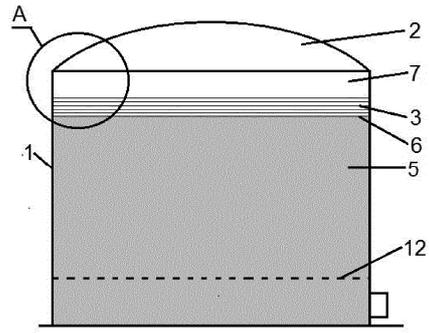
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резервуар для хранения нефтепродуктов, состоящий из корпуса, крыши и плавающего защитного покрытия из множества плавучих элементов в виде тел вращения одинаковой формы, часть из которых располагается ниже зеркала жидкости, а часть - в газовом пространстве резервуара, отличающийся тем, что плавучие элементы имеют размеры, отличные друг от друга не более чем на 5%, и смещенный центр тяжести относительно геометрического центра, причем все элементы защитного покрытия выполнены из неискрящего металла, количество плавучих элементов в резервуаре превышает 5,5 слоев, диаметр шаров составляет от 10 до 60 мм.

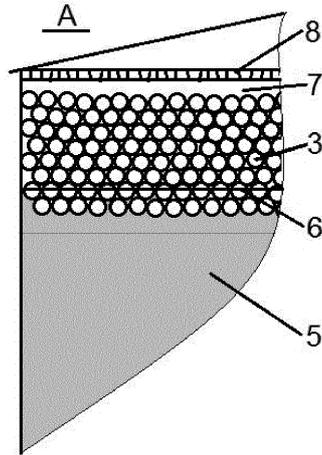
2. Резервуар по п.1, отличающийся тем, что в его верхней части установлена решетка с ячейкой меньше диаметра плавучего элемента.

3. Резервуар по п.1, отличающийся тем, что в его нижней части выше уровня слива-залива установлена решетка с ячейкой меньше диаметра плавучего элемента.

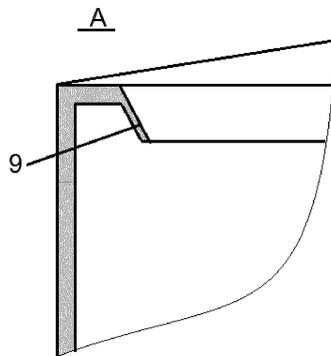
4. Резервуар по п.1, отличающийся тем, что в его верхней части установлена внутренняя отбортовка.



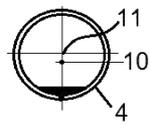
Фиг. 1



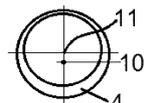
Фиг. 2



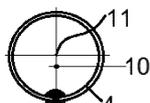
Фиг. 3



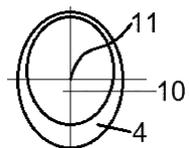
Фиг. 4



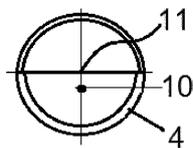
Фиг. 5



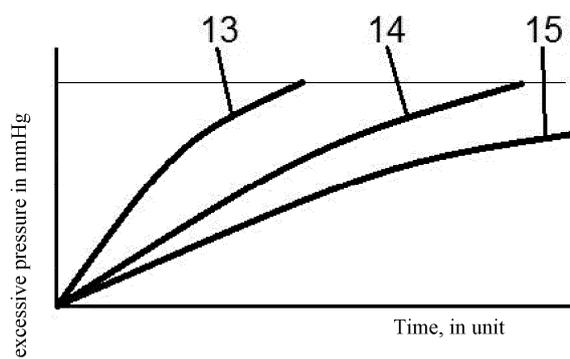
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

