

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033654**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.13

(21) Номер заявки
201700205

(22) Дата подачи заявки
2015.10.02

(51) Int. Cl. **G01F 23/04** (2006.01)
B65G 65/30 (2006.01)
G05D 9/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЗАГРУЗКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН В ПРОЦЕССЕ НАЛИВА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(31) **2014140104**

(32) **2014.10.03**

(33) **RU**

(43) **2017.11.30**

(86) **PCT/RU2015/000640**

(87) **WO 2016/053149 2016.04.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ПЕТРОЛЕУМ АНАЛИСТС" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Акимов Сергей Александрович,
Козлов Андрей Николаевич,
Красноштанов Сергей Геннадьевич
(RU)**

(74) Представитель:
Алехнович М.В. (RU)

(56) **RU-U1-132594
RU-C2-2517414**

Ti30 Thermal Imager. Rukovodstvo po ekspluatatsii, FLUKE [on-line]. January 2005 [retrieved on 2016-01-15]. Retrieved from the Internet: <URL: <http://www.unitest.com/pdf/ti30.pdf>>, p. 25, 62-64

Ti9, Ti10, Ti25, TiRx, TiRi TiR1 Thermal Imagers. Rukovodstvo polzovatelia, FLUKE [on-line]. August 2007 [retrieved on 2016-01-15]. Retrieved from the Internet: <URL: http://assets.fluke.com/manuals/ti10_umras0200.pdf>, p. 22
**RU-C1-2257327
RU-C1-2520957**

(57) Способ контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов характеризуется тем, что перед началом загрузки цистерны определяют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны исходя из расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) загружаемого продукта, фиксируют расчетный уровень загрузки (H_1) при помощи устройства контроля уровня загрузки, включающего штангу с установленной на расчетном уровне загрузки (H_1) планкой, которое размещают внутри цистерны. Далее осуществляют визуальный контроль момента, при котором уровень наливаемого продукта достигнет расчетного уровня загрузки (H_1), зафиксированного планкой. В процессе налива продукта при помощи тепловизионного прибора осуществляют измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) наливаемого продукта, при этом в случае изменения фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта от расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) в сторону увеличения или уменьшения корректируют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны. Технический результат - повышение точности загрузки цистерны за счет контроля фактической температуры наливаемого продукта и корректировки расчетного уровня загрузки в случае изменения температуры относительно расчетной.

033654
B1

033654
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Заявляемое изобретение относится к области измерительной техники, а именно к способам контроля загрузки железнодорожных цистерн жидкими продуктами, например нефтью, нефтепродуктами, продуктами нефтехимии, пищевыми продуктами, и может применяться для контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн непосредственно в процессе налива жидких продуктов для исключения (предупреждения) перелива или недолива цистерн.

Уровень техники

Известен способ дистанционного обнаружения коммерческого брака нефтеналивных цистерн железнодорожного транспорта, заключающийся в их осмотре на ходу поезда, при котором заполненные нефтепродуктами цистерны перемещают в поле зрения тепловизора, получают их тепловизионное изображение, сравнивают контурное изображение цистерны с ее масштабным изображением из базы данных, на тепловизионном изображении обнаруживают уровень налива цистерны, сравнивают его с требуемым, а затем судят о наличии перелива или недолива нефтепродуктов (патент RU 2340946 C1, публ. 10.06.2006).

Также известен способ обнаружения неправильной загрузки цистерн подвижного состава железной дороги, заключающийся в получении тепловизионного изображения поверхности цистерны на ходу поезда и определении уровня налива, при котором тепловизионный прибор устанавливают таким образом, что его оптическая ось находится под углом к диаметральной плоскости цистерны в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а цистерна целиком находится в его поле зрения, производят запись тепловизионного изображения цистерны при ее заданном положении в поле зрения тепловизионного прибора, наблюдают изображение поверхности зеркала налива, измеряют высоту расположения поверхности зеркала налива от головки рельса, для чего на тепловизионном изображении строят изображение расположенного в плоскости поверхности зеркала налива перпендикуляра к боковой границе зеркала налива на расстоянии от края боковой поверхности цистерны, равном расстоянию от вертикальной плоскости, проходящей через край боковой поверхности цистерны, до вертикальной мерной линейки, расположенной у боковой поверхности цистерны, и по точке пересечения изображения указанного перпендикуляра с изображением мерной линейки определяют уровень налива, идентифицируют цистерну по ее признакам, например по бортовому номеру, определяют тип цистерны из базы данных железной дороги или из сопроводительных документов (или натурального листа), определяют вид и вес наливного груза, с учетом типа цистерны рассчитывают уровень налива и сравнивают его с уровнем, определенным выше по тепловизионному изображению (патент RU 2517414 C2, публ. 27.05.2014).

Недостаток известных способов заключается в том, что с их помощью можно контролировать только фактический уровень погруженных в железнодорожные цистерны нефтепродуктов, уже готовых к транспортировке. Данные способы могут быть использованы, в частности, службами безопасности нефтеперерабатывающих заводов с целью пресечения фактов хищений нефтепродуктов. Также можно выявлять факты несоответствия между данными о количестве отгруженного продукта, указанного в товарных накладных, и фактически отгруженным количеством. Использование предложенного устройства может "облегчить" претензионную работу при приеме топлива в цистернах, так как информация о недоливе будет получена до вскрытия цистерн, что важно при рассмотрении претензии в дальнейшем. При этом погрешность при определении уровня загрузки достаточно велика, поскольку в процессе движения контролируемых цистерн уровень жидкости колеблется. Также на качество тепловизионной картинки влияет неравномерный прогрев цистерн, блики солнца, атмосферные осадки. Кроме того, при обнаружении неправильной загрузки цистерн, которые уже сформированы в состав для дальнейшей отправки, в частности, перелива, приводящего к превышению допустимой грузоподъемности цистерн, необходимо осуществлять их расцепку, что требует проведение дополнительных дорогостоящих маневровых работ.

Также из уровня техники известно устройство для контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива нефтепродуктов, включающее измерительную штангу с планкой, размещаемую внутри цистерны на расчетном уровне загрузки для визуального контроля загрузки цистерны. При достижении уровня налива расчетного уровня, зафиксированного планкой, загрузка цистерны прекращается (патент RU 132594 U1, публ. 20.09.2013).

Недостатком данного способа контроля загрузки цистерны является то, что в процессе загрузки цистерны не осуществляется контроль фактической температуры загружаемого продукта, которая влияет на расчетный уровень загрузки. Изначально расчетный уровень загрузки цистерны определяется по свойствам продукта, а именно температуры наливаемого продукта и его плотности, известных на определенный момент времени. Однако в процессе загрузки продукта в цистерну его фактическая температура может отличаться от расчетной температуры как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. При изменении температуры продукта расчетный уровень должен быть скорректирован, чтобы не допустить перелива цистерны.

Осуществление изобретения

Задача, на решение которой направлено заявляемое изобретение, состоит в создании способа контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов, учитывающего изменение параметров наливаемого продукта.

Технический результат, достигаемый при реализации заявляемого изобретения, заключается в повышении точности загрузки цистерны за счет контроля фактической температуры наливаемого продукта и корректировки расчетного уровня загрузки цистерны в случае изменения температуры наливаемого продукта относительно расчетной, в расширении арсенала технических средств, предназначенных для контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн жидкими продуктами в процессе налива, позволяющих корректировать уровень загрузки в зависимости от изменения температуры наливаемого продукта, что снижает вероятность недолива или перелива загружаемых продуктов и приводит к увеличению коэффициента заполняемости цистерны.

Заявленный технический результат достигается за счет того, что способ контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов характеризуется тем, что перед началом загрузки жидких продуктов определяют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны, исходя из расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) загружаемого продукта, фиксируют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны при помощи устройства контроля уровня загрузки, включающего штангу с установленной на расчетном уровне загрузки (H_1) планкой, которое размещают внутри цистерны для визуального контроля момента, при котором уровень наливаемого продукта достигнет расчетного уровня загрузки (H_1) цистерны, зафиксированного планкой, при этом в процессе налива при помощи тепловизионного прибора осуществляют измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) наливаемого продукта, при этом в случае изменения фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта от расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) в сторону увеличения или уменьшения корректируют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения тепловизионный прибор выполнен со степенью защиты IP54.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения устройство контроля загрузки размещают на сливном клапане цистерны.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта осуществляют через открытую горловину цистерны.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта осуществляют путем измерения температуры прогрева стенки котла цистерны.

Также технический результат достигается за счет того, что устройство контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов включает размещенную внутри цистерну штангу с планкой, установленной на расчетном уровне загрузки (H_1) цистерны, и тепловизионный прибор, предназначенный для контроля температуры загружаемого продукта.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения тепловизионный прибор размещен над горловиной цистерны.

Кроме того, в частном случае реализации изобретения тепловизионный прибор размещен таким образом, чтобы обеспечивать возможность измерения температуры прогрева стенки котла цистерны.

Фиг. 1 - фрагмент котла цистерны с устройством контроля загрузки;

фиг. 2 - фрагмент котла цистерны с устройством контроля загрузки (вид сверху).

Заявляемый способ контроля загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов, например нефти, нефтепродуктов, в частности бензина, мазута, дизельного топлива, масел, продуктов нефтехимии, в частности ацетона, спиртов, эфиров, пищевых продуктов (далее по тексту продукта) возможно реализовать с использованием известных средств и методов. В качестве устройства, фиксирующего расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны, можно, в частности, использовать устройство контроля загрузки железнодорожных цистерн, известное из патента RU 132594, публ. 20.09.2013.

Устройство для контроля уровня загрузки цистерны 1 (фиг. 1) включает основание - крепежную деталь, предназначенное для установки устройства на штоке 3 для открытия нижнего сливного клапана, размещенном внутри котла цистерны 1. Основание представляет собой деталь, выполненную из полимерного материала, например фторопласта или капролона, и состоящую из нижней части 2^1 , выполненной в виде цилиндра, и верхней части 2^2 , выполненной в виде параллелепипеда. В деталях 2^1 и 2^2 основания выполнены отверстия, повторяющие форму верхней части штока 3 для открытия нижнего сливного клапана, что обеспечивает жесткую фиксацию устройства и позволяет избежать прокручивания устройства в процессе налива нефтепродуктов. Поскольку шток 3 для открытия нижнего сливного клапана присутствует на всех типах цистерн, то он выбран в качестве опоры для установки заявляемого устройства. Также устройство включает штангу 4, на нижнем конце которой закреплена горизонтальная планка 5, при этом на поверхности штанги нанесена измерительная шкала (на чертеже не показана). Штанга 4 представляет собой полую трубку, выполненную из дюралюминия или нержавеющей стали. В верхней части 2^2 основания выполнено сквозное отверстие, в которое установлена штанга 4, что обеспечивает возможность ее вертикального перемещения, при котором горизонтальная планка 5 может быть установлена в котле цистерне 1 на любом требуемом (расчетном) уровне загрузки H_1 . Верхняя часть 2^2 основания снабжена фиксатором 6, который в частном случае реализации может быть выполнен в виде прижимного винта, обеспечивающего фиксацию штанги 4 в любом заданном положении. В верхней части штанги 4

размещена планка 7, выполненная в частном случае реализации \perp образной формы и закрепленная на цилиндрической втулке 8, выполненной из полимерного материала, например фторопласта или капролона, которая обеспечивает перемещение пластины 7 вдоль штанги 4. Втулка 8 снабжена фиксатором 9, который в частном случае реализации может быть выполнен в виде прижимного винта, обеспечивающего фиксацию планки 7 в любом заданном положении.

Реализация способа контроля загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов.

Перед началом загрузки цистерны 1 для того, чтобы не перегрузить цистерну (фиг. 1), необходимо предварительно рассчитать максимально допустимый уровень загрузки H цистерны 1. Максимально допустимый уровень загрузки H (см) - это уровень продукта в цистерне 1, который необходимо достичь в процессе загрузки. В зависимости от места оказания услуг по контролю правильности загрузки железнодорожных цистерн 1 максимально допустимый уровень загрузки H цистерны 1 определяет либо сам клиент (по своей программе), либо сотрудник сервисной компании, оказывающей услуги по контролю загрузки цистерн, по известным техническим характеристикам цистерны 1 и свойствам загружаемого продукта по известному алгоритму. Для определения максимально допустимого уровня загрузки H цистерны 1 используют плотность ($\rho_{\text{расчетная}}$) и температуру ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) продукта в товарном резервуаре, из которого будет осуществляться налив продукта в цистерну 1. Известную грузоподъемность цистерны 1 делят на плотность ($\rho_{\text{расчетная}}$) загружаемого продукта и получают максимальный объем загружаемого продукта, который по калибровочной таблице ("Таблицы калибровки железнодорожных цистерн", ООО "Российские железные дороги", издание 2010 г. "Моркнига", взамен таблиц калибровки 2003 г.) для каждого типа железнодорожной цистерны 1 переводят в соответствующий максимально допустимый уровень загрузки H , (см). Однако при загрузке цистерны 1 делается отступ на величину ΔH в сторону уменьшения максимально допустимого уровня загрузки H до требуемого (расчетного) уровня загрузки H_1 , $\text{см} = H - \Delta H$. Уменьшение уровня загрузки цистерны 1 на величину ΔH обусловлено погрешностью определения плотности и температуры продукта в товарном резервуаре, погрешностью диаметра котла цистерны 1 и прочими факторами. На следующем этапе подготовки цистерны 1 к наливу рассчитывают разницу между внутренним диаметром D котла цистерны 1 и требуемым (расчетным) уровнем налива H_1 . Таким образом определяют расстояние L , (см) $= D - H_1$ от верхней образующей 10 котла цистерны 1 до требуемого (расчетного) уровня налива H_1 .

Далее на устройстве контроля уровня загрузки необходимо выставить рассчитанное расстояние L . Для этого верхнюю планку 7 перемещают вдоль штанги 4, по измерительной шкале устанавливают ее на расстоянии L от нижней горизонтальной планки 5, и фиксируют заданное положение планки 7 прижимным винтом 9, после чего устройство с выставленным расстоянием L устанавливают на штоке 3 для открытия нижнего сливного клапана. После установки устройства на штоке 3 оператор наливной эстакады или сотрудник сервисной компании перемещает штангу 4 таким образом, чтобы верхняя планка 7 была установлена на уровне верхней образующей 10 котла цистерны 1, при этом горизонтальная планка 5 будет располагаться на расчетном уровне загрузки H_1 и являться визуальным ориентиром для оператора, который, располагаясь на наливной эстакаде сверху цистерны, будет видеть горизонтальную планку 5 в створе горловины 11 цистерны 1 (фиг. 2). После фиксации требуемого (расчетного) уровня загрузки H_1 осуществляют налив продукта, в процессе которого оператор при помощи тепловизионного прибора 12 осуществляет контроль текущей температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта. Контроль температуры загружаемого продукта может быть осуществлен оператором, например, находясь на наливной эстакаде сверху цистерны 1, через открытую горловину 11 либо находясь за пределами наливной эстакады путем измерения температуры прогрева стенки котла цистерны 1. Поскольку наливаемый продукт находится в непосредственном контакте с внутренней поверхностью стенки котла цистерны 1, соответственно температура стенки котла цистерны будет равняться температуре продукта и наоборот. Кроме того, в соответствии с требованиями п.5.7.2.1 ГОСТ Р 8.595-2004 "Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений" при расчете массы продукта при измерениях объема продукта в мерах вместимости и мерах полной вместимости и последующем приведении результатов измерений объема и плотности продукта к стандартному условию по температуре $T_{\text{ст}}$ - температура стенки меры вместимости, принимаемая равной температуре продукта в мере вместимости.

В случае изменения $t^{\circ}_{\text{текущая}}$ по отношению к $t^{\circ}_{\text{расчетная}}$ в сторону уменьшения или увеличения оператор принимает решение о корректировке требуемого (расчетного) уровня налива H_1 . Если $t^{\circ}_{\text{расчетная}} < t^{\circ}_{\text{текущая}}$, то расчетный уровень при $t^{\circ}_{\text{текущая}}$ будет выше установленного уровня загрузки H_1 , и цистерна 1 будет недогружена. В этом случае оператор принимает решение наливать цистерну 1 на несколько сантиметров выше требуемого (расчетного) уровня налива H_1 , зафиксированного планкой 5. Если $t^{\circ}_{\text{расчетная}} > t^{\circ}_{\text{текущая}}$, то расчетный уровень загрузки при $t^{\circ}_{\text{текущая}}$ будет ниже установленного уровня загрузки H_1 , и существует вероятность того, что цистерна 1 будет перегружена. В этом случае оператор принимает решение наливать цистерну 1 на несколько сантиметров ниже требуемого (расчетного) уровня налива H_1 , зафиксированного планкой 5. Экспериментально установлено, что при изменении температуры загружаемого продукта на 5°C по отношению к $t^{\circ}_{\text{расчетная}}$ расчетный уровень H_1 загрузки цистерны

изменится на 1-2 см. Корректировку уровня налива H_1 осуществляют путем перемещения планки 7 вдоль штанги 4.

Реализация способа подтверждается приведенными примерами, но не ограничивается ими.

Пример 1. Расчет уровня загрузки цистерны мазутом М100.

Исходные данные: тип цистерны - 62; грузоподъемность, P - 60 т; плотность продукта в товарном резервуаре $\rho_{\text{расчетная}}$ при $t=15^\circ\text{C}$ - $0,9500 \text{ г/см}^3$; температура продукта в товарном резервуаре $t^\circ=75^\circ\text{C}$; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - $97,6\%$.

1. Для исключения возможности перегруза цистерны делают запас по температуре $t^\circ_{\text{расчетная}} 75-5^\circ\text{C}=70^\circ\text{C}$.

2. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого продукта V , м^3 цистерны с учетом $\rho_{\text{расчетная}}$ и $t^\circ_{\text{расчетная}}$ по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*CLT*\rho_{\text{расчетная}})}, \quad (1)$$

где CLT - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта в железнодорожной цистерне при приведении измеренного объема продукта к стандартным условиям, который определяется согласно ASTM D 1250 "Стандартное руководство по расчетным таблицам по нефти и нефтепродуктам. Standard guide for use of the petroleum measurement tables").

Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{60}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(70-20))*0,960028*0,9500)} = 65,664 \text{ м}^3$$

3. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 65,664 * 0,976 = 64,088 \text{ м}^3$$

4. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=254,3$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

5. Определяют расстояние $L=300$ (диаметр котла цистерны, D) - $254,3$ (расчетный уровень загрузки, H_1)+ 11 см (поправка на высоту изгиба планки 9)= $56,7$ см (округляем до 57 см).

6. Выставляют расстояние L при помощи устройства контроля загрузки путем перемещения планки 7 вдоль штанги 4, и фиксируют расчетный уровень загрузки H_1 .

Пример 2. Расчет уровня загрузки цистерны метил-трет-бутилового эфиром (МТБЭ).

Исходные данные: тип цистерны - 72; грузоподъемность (масса груза, планируемая к погрузке), P - $52,0$ т; плотность продукта в товарном резервуаре $\rho_{\text{расчетная}}$ при $t=21^\circ\text{C}$ - $0,7375 \text{ г/см}^3$; температура продукта в товарном резервуаре t° - 21°C ; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - $100,0\%$.

1. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого продукта V , м^3 цистерны с учетом $\rho_{\text{расчетная}}$ и $t^\circ_{\text{расчетная}}$ по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*\rho_{\text{расчетная}})}, \quad (1)$$

Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{52,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(21-20))*0,7375)} = 70,506 \text{ м}^3$$

2. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 70,506 * 1,00 = 70,506 \text{ м}^3$$

3. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=283,2$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

4. Определяют расстояние $L=300$ (диаметр котла цистерны, D) - $283,2$ (расчетный уровень загрузки, H_1)+ 11 см (поправка на высоту изгиба планки 9)= $27,8$ см (округляем до 28 см).

5. Выставляют расстояние L при помощи устройства контроля загрузки путем перемещения планки 7 вдоль штанги 4, и фиксируют расчетный уровень загрузки H_1 .

Пример 3. Расчет уровня загрузки цистерны стиролом (фенилэтилен, винилбензол, этилбензол).

Исходные данные: тип цистерны - 66; грузоподъемность, P - $66,0$ т; плотность продукта в товарном резервуаре $\rho_{\text{расчетная}}$ при $t=22^\circ\text{C}$ - $0,9044 \text{ г/см}^3$; температура продукта в товарном резервуаре t° - 22°C ; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - $98,0\%$.

1. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого продукта V , м^3 цистерны с учетом $\rho_{\text{расчетная}}$ и $t^\circ_{\text{расчетная}}$ по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*\rho_{\text{расчетная}})}, \quad (1)$$

Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{66,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(22-20))*0,9044)} = 72,971 \text{ м}^3$$

2. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 72,971 * 0,98 = 71,512 \text{ м}^3$$

3. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=251,1$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

4. Определяют расстояние $L=320$ (диаметр котла цистерны, D) - 251,1 (расчетный уровень загрузки, H_1)+11 см (поправка на высоту изгиба планки 9)=79,9 см (округляем до 80 см).

5. Выставляют расстояние L при помощи устройства контроля загрузки путем перемещения планки 7 вдоль штанги 4, и фиксируют расчетный уровень загрузки H_1 .

Пример 4. Расчет уровня загрузки цистерны биотопливом.

Исходные данные: тип цистерны - 79; грузоподъемность (масса груза, планируемая к погрузке), P - 65,0 т; плотность продукта в товарном резервуаре $\rho_{\text{расчетная}}$ при $t=35^\circ\text{C}$ - 0,8500 г/см³; температура продукта в товарном резервуаре t° - 35 $^\circ\text{C}$; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - 97,0%.

1. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого продукта V , м³ цистерны с учетом $\rho_{\text{расчетная}}$ и $t^\circ_{\text{расчетная}}$ по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*\rho_{\text{расчетная}})}, \quad (1)$$

Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{65,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(35-20))*0,8500)} = 76,428 \text{ м}^3$$

2. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 76,428 * 0,97 = 74,135 \text{ м}^3$$

3. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=288,4$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

4. Определяют расстояние $L=300$ (диаметр котла цистерны, D) - 288,4 (расчетный уровень загрузки, H_1)+11 см (поправка на высоту изгиба планки 9)=22,6 см (округляем до 23 см).

5. Выставляют расстояние L при помощи устройства контроля загрузки путем перемещения планки 7 вдоль штанги 4, и фиксируют расчетный уровень загрузки H_1 .

Пример 5. Расчет корректировки уровня загрузки цистерны при изменении температуры на 5 $^\circ\text{C}$ для продукта мазут М 100.

Исходные данные: тип цистерны - 62; грузоподъемность, P - 60,0 т; плотность мазута М 100 в товарном резервуаре при стандартных условиях ($t^\circ=15^\circ\text{C}$) ρ_{15} - 0,9583 г/см³; температура продукта в товарном резервуаре $t^\circ_{\text{расчетная}}=80^\circ\text{C}$; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - 98,0%.

1. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого в железнодорожную цистерну топлива V , м³ цистерны с учетом ρ_{15} , $t^\circ_{\text{расчетная}}$ и объемного поправочного коэффициента CTL_{15} , учитывающего влияние температуры топлива на объем топлива в железнодорожной цистерне, по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*CTL_{15}*\rho_{15})}, \quad (1)$$

$CTL_{15}=0,95320$ определяется по таблицам ASTM D 1250. Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{60,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(80-20))*0,95320*0,9583)} = 65,538 \text{ м}^3$$

2. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 65,537 * 0,98 = 64,227 \text{ м}^3$$

3. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=248,2$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

4. Фактически измеренная температура продукта при наливе составляет $t^\circ_{\text{факт.}}$ - 75 $^\circ\text{C}$.

4. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого в железнодорожную цистерну топлива V , м³ цистерны с учетом ρ_{15} , t° в резервуаре и объемного поправочного коэффициента CTL_{15} , учитывающего влияние температуры топлива на объем топлива в железнодорожной цистерне по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*CTL_{15}*\rho_{15})}, \quad (1)$$

$CTL_{15}=0,95684$ - определяется по таблицам ASTM D 1250. Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{60,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(75-20))*0,95684*0,9583)} = 65,300 \text{ м}^3$$

5. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{корр}} = 65,300 * 0,98 = 63,994 \text{ м}^3$$

$$\Delta V = V_{\text{тр}} - V_{\text{корр}} = 64,227 \text{ м}^3 - 63,994 \text{ м}^3 = 0,231 \text{ м}^3$$

6. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=247,2$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$. Корректировка уровня при изменении температуры топлива на 5°C составит

$$247,2 \text{ см} - 248,2 \text{ см} = -1 \text{ см.}$$

$$\Delta V = V_{\text{тр}} - V_{\text{корр}}$$

$$\Delta V = 64,226 \text{ м}^3 - 63,994 \text{ м}^3 = 0,230 \text{ м}^3$$

Приведенные выше примеры подтверждают реализацию заявляемого изобретения для различных видов жидких продуктов, но не ограничиваются ими. Заявляемый способ может применяться для контроля уровня загрузки цистерн при погрузке любых жидких продуктов с учетом соответствующих известных коэффициентов, учитывающих температурное расширение различных видов продуктов, и известные закономерности соотношения температуры (t°), плотности (ρ) и объема (V) жидких продуктов. Например, плотность молока рассчитывают при температуре 20°C , а при изменении температуры на 1°C пересчитывают плотность с учетом коэффициента температурного расширения, который составляет 0,0002 на 1°C (см. Е.Ю. Пятковская, А.В. Виноградова "Товароведение и таможенная экспертиза продовольственных товаров животного происхождения", СПб, НИУ ИМТО, 2012, с. 19).

Пример 6. Расчет уровня загрузки цистерны, при котором не учитывается изменение температуры продукта в процессе налива и корректировка расчетного уровня не проводится (на примере продукта мазута М100).

Исходные данные: тип цистерны - 62; грузоподъемность, Р - 60,0 т; плотность мазута М100 в товарном резервуаре при стандартных условиях ($t=15^\circ\text{C}$) $\rho_{15} = 0,9583 \text{ г/см}^3$; температура продукта в товарном резервуаре $t^\circ=80^\circ\text{C}$; расчетный коэффициент загрузки данной цистерны - 99,0%.

1. Рассчитывают максимально возможный объем загружаемого в железнодорожную цистерну топлива V , м^3 цистерны с учетом ρ_{15} , $t^\circ_{\text{расчетная}}$ и объемного поправочного коэффициента CTL_{15} , учитывающего влияние температуры топлива на объем топлива в железнодорожной цистерне по следующей формуле:

$$V = \frac{P}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(t^\circ_{\text{расчетная}}-20))*CTL_{15}*\rho_{15})}, \quad (1)$$

$CTL_{15}=0,95320$ определяется по таблицам ASTM D 1250. Подставляем известные значения в формулу (1)

$$V = \frac{60,0}{((1+(2*0,0000125+0,0000125)*(80-20))*0,95320*0,9583)} = 65,538 \text{ м}^3$$

2. Рассчитывают требуемый объем загружаемого продукта от максимально допустимого объема

$$V_{\text{тр}} = 65,537 * 0,99 = 64,882 \text{ м}^3 \text{ или } 59,4 \text{ тонны}$$

3. По калибровочным таблицам определяют расчетный уровень загрузки цистерны $H_1=259,8$ см, соответствующий требуемому объему $V_{\text{тр}}$.

4. Определяют расстояние $L=300$ (диаметр котла цистерны, D) - 259,8 (расчетный уровень загрузки, H_1)+11 см (поправка на высоту изгиба планки 9)=51,2 см (округляем до 51 см).

5. Выставляют расстояние L при помощи устройства контроля загрузки, и фиксируют расчетный уровень загрузки H_1 .

6. Наливают цистерну по расчетному уровню $H_1=259,8$ см.

7. Фактически измеренная температура продукта при погрузке составила $t^\circ_{\text{текущая}}=65^\circ\text{C}$.

8. Корректировка уровня не производилась, масса груза при температуре 650°C составит

$$M = V * (1 + (2 * 0,0000125 + 0,0000125) * (t^\circ_{\text{текущая}} - 20)) * CTL_{15} * \rho_{15}$$

$$CTL_{15} = 0,96410 - \text{определяется по таблицам ASTM D 1250}$$

$$M = 64,882 * (1 + (2 * 0,0000125 + 0,0000125) * (65 -$$

$$20)) * 0,9641 * 0,9583 = 60,046 \text{ тонны}$$

9. Масса погруженного продукта составила 60,046 т, что является перегрузом.

Из приведенного примера 6 можно сделать вывод, что отсутствие корректировки текущей температуры наливаемого продукта ведет к перегрузу цистерны.

Реализацию заявляемого способа контроля загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов возможно осуществить при использовании любой модификации устройства контроля загрузки цистерны по патенту RU 132594 U1, публ. 20.09.2013 или аналогичного устройства, не выходя при этом за объем правовой охраны формулы изобретения.

Таким образом, приведенные примеры не ограничивают объем правовой охраны, предоставляемой формулой заявляемого изобретения, а подтверждают возможность его реализации.

Таким образом, при реализации заявляемого способа осуществляют контроль загрузки цистерны и корректировку уровня загрузки в случае изменения температуры загружаемого продукта относительно расчетной температуры, что снижает вероятность недолива или перелива загружаемых продуктов и приводит к увеличению коэффициента заполняемости цистерны.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

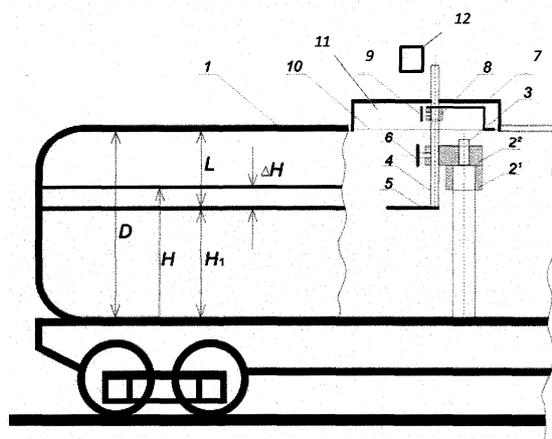
1. Способ контроля уровня загрузки железнодорожных цистерн в процессе налива жидких продуктов, характеризующийся тем, что перед началом загрузки цистерны определяют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны исходя из расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) загружаемого продукта, фиксируют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны при помощи устройства контроля уровня загрузки, включающего штангу с установленной на расчетном уровне загрузки (H_1) планкой, которое размещают внутри цистерны для визуального контроля момента, при котором уровень наливаемого продукта достигнет расчетного уровня загрузки (H_1) цистерны, зафиксированного планкой, при этом в процессе налива при помощи тепловизионного прибора осуществляют измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) наливаемого продукта, при этом в случае изменения фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта от расчетной температуры ($t^{\circ}_{\text{расчетная}}$) в сторону увеличения или уменьшения корректируют расчетный уровень загрузки (H_1) цистерны.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что тепловизионный прибор выполнен со степенью защиты IP54.

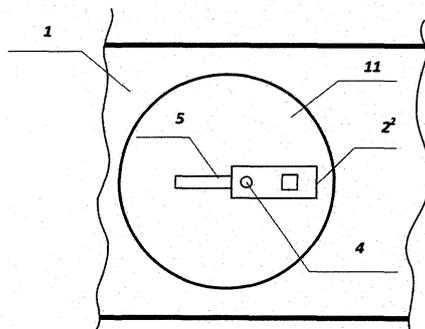
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что устройство контроля загрузки размещают на сливном клапане цистерны.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта осуществляют через открытую горловину цистерны.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что измерение фактической температуры ($t^{\circ}_{\text{текущая}}$) загружаемого продукта осуществляют путем измерения температуры прогрева стенки котла цистерны.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2