



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121976** (13) **C2**  
(51) МПК (2020.01)  
**G01F 23/04** (2006.01)  
**B65G 65/30** (2006.01)  
**G05D 9/00**

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

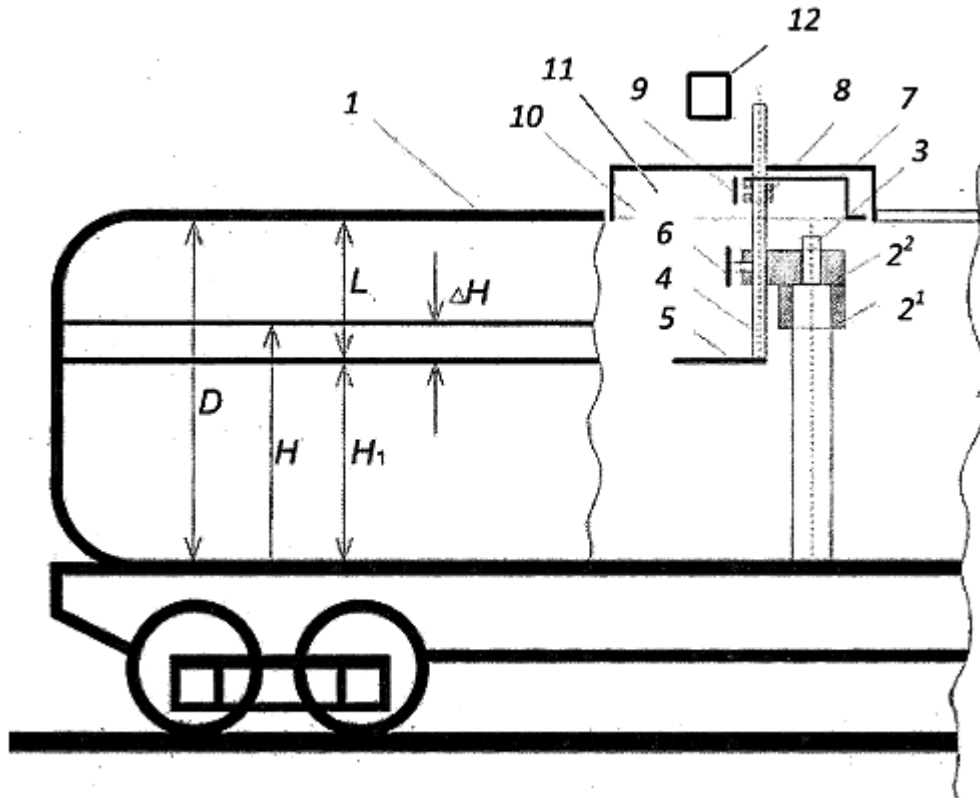
<b>(21)</b> Номер заявки:	<b>а 2017 04386</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и):	<b>Акімов Сергій Александровіч (RU), Козлов Андрій Ніколаєвіч (RU), Красноштанов Сергій Геннадьєвіч (RU)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки:	<b>02.10.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и):	<b>АКЦІОНЕРНЕ ОБЩЕСТВО "ПЕТРОЛЕУМ АНАЛІСТС", ул. Ленинская Слобода, 19, г. Москва, 115280, Российская Федерация (RU)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід:	<b>25.08.2020</b>	<b>(74)</b> Представник:	<b>Новікова Лідія Аркадіївна, реєстр. №36</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>2014140104</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	<b>RU 132594 U1, 20.09.2013 RU 2517414 C2, 27.05.2014 Ti30 Thermal Imager. Руководство по эксплуатации, FLUKE [он - лайн]. Січень 2005 [знайдено 2016-01-15]. Знайдено в Інтернет &lt;URL: <a href="http://www.unitest.com/pdf/ti30.pdf">http://www.unitest.com/pdf/ti30.pdf</a>&gt; Ti9, Ti10, Ti25, TiRx, TiR и TiR1 Thermal Imager. Руководство пользователя, FLUKE [он - лайн]. Серпень 2007 [знайдено 2016- 01-15]. Знайдено в Інтернет &lt; <a href="https://dam-assets.fluke.com/s3fs-public/ti10_umeng0200.pdf">https://dam- assets.fluke.com/s3fs- public/ti10_umeng0200.pdf</a> &gt; RU 2257327 C1, 27.07.2005 RU 2520957 C1, 27.06.2014</b>
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	<b>03.10.2014</b>		
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	<b>RU</b>		
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку:	<b>11.12.2017, Бюл.№ 23</b>		
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.08.2020, Бюл.№ 16</b>		
<b>(86)</b> Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	<b>PCT/RU2015/000640, 02.10.2015</b>		

**(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЦИСТЕРН****(57) Реферат:**

Винахід належить до галузі вимірювальної техніки, а саме до способів контролю завантаження залізничних цистерн рідкими продуктами, нафтою, нафтопродуктами, продуктами нафтохімії, харчовими продуктами і може застосовуватися для контролю рівня завантаження залізничних цистерн безпосередньо в процесі наливу рідких продуктів для виключення (попередження) переливу або недоливу цистерн. Спосіб контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів характеризується тим, що перед початком завантаження цистерни визначають розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни, виходячи з розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) продукту, що завантажується, фіксують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) за допомогою пристрою контролю рівня завантаження, що включає штангу зі встановленою на розрахунковому рівні завантаження ( $H_1$ ) планкою, яку розміщують всередині цистерни. Далі здійснюють візуальний контроль моменту, при якому рівень продукту, що наливають, досягне розрахункового рівня завантаження ( $H_1$ ), зафіксованого планкою. В процесі наливу продукту за допомогою тепловізійного приладу здійснюють вимірювання

**UA 121976 C2**

фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що наливають, при цьому в разі зміни фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажується, від розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) вбік збільшення або зменшення коригують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни. Пристрій контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів включає розміщену всередині цистерну штангу з планкою, встановленою на розрахунковому рівні завантаження ( $H_1$ ) цистерни, і тепловізійний прилад, призначений для вимірювання температури продукту, що завантажується. Технічний результат - підвищення точності завантаження цистерни за рахунок контролю фактичної температури продукту, що наливають, і коригування розрахункового рівня завантаження, в разі зміни температури відносно розрахункової.



Фіг. 1

## ОБЛАСТЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Заявлений винахід відноситься до області вимірювальної техніки, а саме до способів контролю завантаження залізничних цистерн рідкими продуктами, наприклад нафтою, нафтопродуктами, продуктами нафтохімії, харчовими продуктами і може застосовуватися для контролю рівня завантаження залізничних цистерн безпосередньо в процесі наливу рідких продуктів для виключення (попередження) переливу або недоливу цистерн.

## РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Відомий спосіб дистанційного виявлення комерційного браку нафтоналивних цистерн залізничного транспорту, що полягає в їх огляді на ходу поїзда, при якому заповнені нафтопродуктами цистерни переміщують в поле зору тепловізора, отримують їх тепловізійне зображення, порівнюють контурне зображення цистерни з її масштабним зображенням з бази даних, на тепловізійному зображенні виявляють рівень наливу цистерни, порівнюють його з необхідним, а потім судять про наявність переливу або недоливу нафтопродуктів (патент RU2340946C1, публ.10.06.2006).

Також відомий спосіб виявлення неправильного завантаження цистерн рухомого складу залізниці, що полягає в отриманні тепловізійного зображення поверхні цистерни на ходу поїзда і визначенні рівня наливу, при якому тепловізійний прилад встановлюють таким чином, що його оптична вісь перебуває під кутом до діаметральної площини цистерни в вертикальній і горизонтальній площинах, а цистерна повністю знаходиться в його полі зору, роблять запис тепловізійного зображення цистерни при її заданому положенні в полі зору тепловізійного приладу, спостерігають зображення поверхні дзеркала наливу, вимірюють висоту розташування поверхні дзеркала наливу від головки рейки, для чого на тепловізійному зображенні будують зображення розташованого в площині поверхні дзеркала наливу перпендикуляра до бічної границі дзеркала наливу на відстані від краю бічної поверхні цистерни, що дорівнює відстані від вертикальної площини, яка проходить через краї бічної поверхні цистерни, до вертикальної мірної лінійки, розташованої біля бокової поверхні цистерни, і за точкою перетину зображення зазначеного перпендикуляра із зображенням мірної лінійки визначають рівень наливу, ідентифікують цистерну з її ознаками, наприклад за бортовим номером, визначають тип цистерни з бази даних залізниці або з супровідних документів (або натурного листа), визначають вид і вагу наливного вантажу, з урахуванням типу цистерни розраховують рівень наливу і порівнюють його з рівнем, визначеним вище за тепловізійним зображенням (патент RU2517414C2, публ. 27.05.2014).

Недолік відомих способів полягає в тому, що з їх допомогою можна контролювати тільки фактичний рівень занурених у залізничні цистерни нафтопродуктів, вже готових до транспортування. Дані способи можуть бути використані, зокрема, службами безпеки нафтопереробних заводів з метою припинення фактів розкрадань нафтопродуктів. Також можна виявляти факти невідповідності між даними про кількість відвантаженого товару, вказаного в товарних накладних, і фактично відвантажених кількістю. Використання запропонованого пристрою може "полегшити" претензійну роботу під час приймання палива в цистернах, тому що інформація про недоливи буде отримана до розкриття цистерн, що важливо при розгляді претензії надалі. При цьому похибка при визначенні рівня завантаження досить велика, оскільки в процесі руху контрольованих цистерн рівень рідини коливається. Також на якість тепловізійної картини впливає нерівномірний прогрів цистерн, відблиски сонця, атмосферні опади. Крім того, при виявленні неправильного завантаження цистерн, які вже сформовані до складу для подальшої відправки, зокрема, переливу, що приводить до перевищення допустимої вантажопідйомності цистерн, необхідно здійснювати їх розчеплення, що вимагає проведення додаткових дорожніх маневрових робіт.

Також з рівня техніки відомо пристрій для контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу нафтопродуктів, що включає вимірювальну штангу з планкою, що розміщується всередині цистерни на розрахунковому рівні завантаження для візуального контролю завантаження цистерни. При досягненні рівня наливу розрахункового рівня, зафіксованого планкою завантаження цистерни припиняється (патент RU132594 U1, публ. 20.09.2013).

Недоліком даного способу контролю завантаження цистерни є те, що в процесі завантаження цистерни не здійснюється контроль фактичної температури продукту, що завантажуються, яка впливає на розрахунковий рівень завантаження. Спочатку розрахунковий рівень завантаження цистерни визначається за властивостями продукту, а саме температури продукту, що завантажуються, і його щільності, відомих на певний момент часу. Однак в процесі завантаження продукту в цистерну його фактична температура може відрізнятись від розрахункової температури як в сторону зменшення, так і в сторону збільшення. При зміні

температури продукту розрахунковий рівень повинен бути скоректований, щоб не допустити переливу цистерни.

#### ЗДІЙСНЕННЯ ВИНАХОДУ

Завдання, на вирішення якого спрямовано заявлений винахід, полягає у створенні способу контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів, що враховує зміну параметрів продукту, що завантажуються.

Технічний результат, який досягається при реалізації винаходу, полягає в підвищенні точності завантаження цистерни за рахунок контролю фактичної температури продукту, що завантажуються, і коригування розрахункового рівня завантаження цистерни в разі зміни температури продукту, що завантажуються, відносно розрахункової, в розширенні арсеналу технічних засобів, призначених для контролю рівня завантаження залізничних цистерн рідкими продуктами в процесі наливу, що дозволяють коригувати рівень завантаження в залежності від зміни температури продукту, який завантажуються, що знижує ймовірність недоливу або переливу продуктів, що завантажуються, і призводить до збільшення коефіцієнта заповнюваності цистерни.

Заявлений технічний результат досягається за рахунок того, що спосіб контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів характеризується тим, що перед початком завантаження рідких продуктів визначають розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни, виходячи з розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) продукту, що завантажуються, фіксують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни за допомогою пристрою контролю рівня завантаження, що включає штангу зі встановленою на розрахунковому рівні завантаження ( $H_1$ ) планкою, яку розміщують всередині цистерни для візуального контролю моменту, при якому рівень продукту, що завантажуються, досягне розрахункового рівня завантаження ( $H_1$ ) цистерни, зафіксованого планкою, при цьому в процесі наливу за допомогою тепловізійного приладу здійснюють вимірювання фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажуються, при цьому в разі зміни фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажуються, від розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) в сторону збільшення або зменшення корегують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни.

Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу тепловізійний прилад виконаний зі ступенем захисту IP54.

Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу пристрій контролю завантаження розміщують на зливному клапані цистерни.

Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу вимір фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажуються, здійснюють через відкриту горловину цистерни.

Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу вимір фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажуються, здійснюють шляхом вимірювання температури прогріву стінки котла цистерни.

Також технічний результат досягається за рахунок того, пристрій контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів включає розміщену всередині цистерну штангу з планкою, встановленою на розрахунковому рівні завантаження ( $H_1$ ) цистерни, і тепловізійний прилад, призначений для контролю температури продукту, що завантажуються.


Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу тепловізійний прилад розміщений над горловиною цистерни.

Крім того, в окремому випадку реалізації винаходу тепловізійний прилад розміщений таким чином, щоб забезпечувати можливість вимірювання температури прогріву стінки котла цистерни.

Фіг. 1 - фрагмент котла цистерни з пристроєм контролю завантаження; фіг. 2 - фрагмент котла цистерни з пристроєм контролю завантаження (вигляд зверху).

Заявлений спосіб контролю завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів, наприклад нафти, нафтопродуктів, зокрема бензину, мазуту, дизельного палива, масел, продуктів нафтохімії, зокрема ацетону, спиртів, ефірів, харчових продуктів (далі за текстом - продукту) можливо реалізувати з використанням відомих засобів і методів, як пристрій, що фіксує розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни можна, зокрема, використовувати пристрій контролю завантаження залізничних цистерн відомий з патенту RU132594 публ. 20.09.2013.

Пристрій для контролю рівня завантаження цистерни 1 (фіг. 1) включає основу - кріпильну деталь, призначену для установлення пристрою на штоку 3 для відкриття нижнього зливного клапана, розміщеного всередині котла цистерни 1. Основа являє собою деталь, виконану з полімерного матеріалу, наприклад, фторопласту або капролону і складається з нижньої частини

2<sup>1</sup>, виконаної у вигляді циліндра, і верхньої частини 2<sup>2</sup>, виконаної у вигляді паралелепіпеда. В деталях 2<sup>1</sup> і 2<sup>2</sup> основи виконані отвори, що повторюють форму верхньої частини штоку 3 для відкриття нижнього зливного клапана, що забезпечує жорстку фіксацію пристрою і дозволяє уникнути прокручування пристрою в процесі наливу нафтопродуктів. Оскільки шток 3 для відкриття нижнього зливного клапана присутній на всіх типах цистерн, то він вибраний в якості опори для установаження заявленого пристрою. Також пристрій включає штангу 4, на нижньому кінці якої закріплена горизонтальна планка 5, при цьому на поверхні штанги нанесена вимірювальна шкала (на кресленні не показана). Штанга 4 являє собою полу трубку, виконану з дюралю або нержавіючої сталі. У верхній частині 2<sup>2</sup> основи виконано наскрізний отвір, в який встановлено штангу 4, що забезпечує можливість її вертикального переміщення, при якому горизонтальна планка 5 може бути встановлена в котлі цистерни 1 на будь-якому необхідному (розрахунковому) рівні завантаження Н<sub>1</sub>. Верхня частина 2<sup>2</sup> основи забезпечена фіксатором 6, який в окремому випадку реалізації може бути виконаний у вигляді притискного гвинта, що забезпечує фіксацію штанги 4 в будь-якому заданому положенні. У верхній частині штанги 4 розміщена планка 7, виконана в окремому випадку реалізації -подібної форми і закріплена на циліндричній втулці 8, виконаній з полімерного матеріалу, наприклад, фторопласту або капролону, яка забезпечує переміщення пластини 7 уздовж штанги 4. Втулка 8 забезпечена фіксатором 9, який в окремому випадку реалізації може бути виконаний у вигляді притискного гвинта, що забезпечує фіксацію планки 7 в будь-якому заданому положенні.

#### РЕАЛІЗАЦІЯ СПОСІБ КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЦИСТЕРН В ПРОЦЕСІ НАЛИВУ РІДКИХ ПРОДУКТІВ

Перед початком завантаження цистерни 1 для того, щоб не перевантажити цистерну (фіг. 1), необхідно попередньо розрахувати максимально допустимий рівень завантаження Н цистерни 1. Максимально припустимий рівень завантаження Н, (см) - це рівень продукту в цистерні 1, який необхідно досягти в процесі завантаження. Залежно від місця надання послуг з контролю правильності завантаження залізничних цистерн 1 максимально допустимий рівень завантаження Н цистерни 1 визначає або сам клієнт (за своєю програмою), або співробітник сервісної компанії, яка надає послуги з контролю завантаження цистерн, за відомими технічними характеристиками цистерни 1 і властивостями продукту, що завантажується, за відомим алгоритмом. Для визначення максимально допустимого рівня завантаження Н цистерни 1 використовують щільність ( $\rho_{\text{розрахункова}}$ ) і температуру ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) продукту в товарному резервуарі, з якого буде здійснюватися налив продукту в цистерну 1. Відому вантажопідйомність цистерни 1 ділять на щільність ( $\rho_{\text{розрахункова}}$ ) продукту, що завантажується, і отримують максимальний об'єм продукту, що завантажується, який за калібрувальною таблицею ("Таблицы калибровки железнодорожных цистерн", ООО "Российские железные дороги", видання 2010 "Моркнига", замість ТАБЛИЦ КАЛИБРОВКИ 2003р.) для кожного типу залізничної цистерни 1 переводять у відповідний максимально допустимий рівень завантаження Н, (см). Однак при завантаженні цистерни 1 робиться відступ на величину  $\Delta H$  в сторону зменшення максимально допустимого рівня завантаження Н до необхідного (розрахункового) рівня завантаження Н<sub>1,см</sub> = Н- $\Delta H$ . Зменшення рівня завантаження цистерни 1 на величину  $\Delta H$  обумовлено похибкою визначення щільності і температури продукту в товарному резервуарі, похибкою діаметра котла цистерни 1 та іншими факторами. На наступному етапі підготовки цистерни 1 до наливу розраховують різницю між внутрішнім діаметром D котла цистерни 1 і необхідним (розрахунковим) рівнем наливу Н<sub>1</sub>. Таким чином визначають відстань L, (см)=D-Н<sub>1</sub> від верхньої твірної 10 котла цистерни 1 до необхідного (розрахункового) рівня наливу Н<sub>1</sub>.

Далі на пристрої контролю рівня завантаження необхідно виставити розраховану відстань L. Для цього верхню планку 7 переміщують уздовж штанги 4, за вимірювальною шкалою встановлюють її на відстані L від нижньої горизонтальної планки 5 і фіксують задане положення планки 7 притискним гвинтом 9, після чого пристрій з виставленою відстанню L встановлюють на шток 3 для відкриття нижнього зливного клапана. Після установаження пристрою на шток 3 оператор наливної естакади або співробітник сервісної компанії переміщує штангу 4 таким чином, щоб верхня планка 7 була встановлена на рівні верхньої твірної 10 котла цистерни 1, при цьому горизонтальна планка 5 буде розташовуватися на розрахунковому рівні завантаження Н<sub>1</sub> і є візуальним орієнтиром для оператора, який, розташовуючись на наливній естакаді зверху цистерни, буде бачити горизонтальну планку 5 в створі горловини 11 цистерни 1 (фіг. 2). Після фіксації необхідного (розрахункового) рівня завантаження Н<sub>1</sub> здійснюють налив продукту, в процесі якого оператор за допомогою тепловізійного приладу 12 здійснює контроль поточної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажується. Контроль температури продукту, що завантажується, може бути здійснений оператором, наприклад, перебуваючи на наливній естакаді зверху цистерни 1, через відкриту горловину 11, або перебуваючи за межами наливної

естакади шляхом вимірювання температури прогріву стінки котла цистерни 1. Оскільки продукт, що наливають, знаходиться в безпосередньому контакті з внутрішньою поверхнею стінки котла цистерни 1, відповідно температура стінки котла цистерни буде дорівнювати температурі продукту і навпаки. Крім того, відповідно до вимог п. 5.7.2.1 ГОСТ Р 8.595-2004 "Маса нафти і нафтопродуктів. Загальні вимоги до методик виконання вимірювань", при розрахунку маси продукту при вимірах об'єму продукту в заходах місткості і мірах повної місткості та подальшому приведенні результатів вимірювань об'єму та щільності продукту до стандартної умови за температурою  $T_{ст}$  - температура стінки міри місткості, яка приймається рівною температурі продукту в мірі місткості".

У разі зміни  $t^{\circ}_{поточна}$  по відношенню до  $t^{\circ}_{розрахункова}$  в сторону зменшення або збільшення оператор приймає рішення про коригування необхідного (розрахункового) рівня наливу. Якщо  $t^{\circ}_{розрахункова} < t^{\circ}_{поточна}$ , то розрахунковий рівень при  $t^{\circ}_{поточна}$  буде вище встановленого рівня завантаження  $H_1$  і цистерна 1 буде недовантажена. У цьому випадку оператор приймає рішення наливати цистерну 1 на кілька сантиметрів вище необхідного (розрахункового) рівня наливу  $H_1$ , зафіксованого планкою 5. Якщо  $t^{\circ}_{розрахункова} > t^{\circ}_{поточна}$ , то розрахунковий рівень завантаження при  $t^{\circ}_{поточна}$  буде нижче встановленого рівня завантаження  $H_1$  і існує ймовірність того, що цистерна 1 буде перевантажена. У цьому випадку оператор приймає рішення наливати цистерну 1 на кілька сантиметрів нижче необхідного (розрахункового) рівня наливу  $H_1$ , зафіксованого планкою 5. Експериментально встановлено, що при зміні температури продукту, що завантажується, на  $5^{\circ}C$  по відношенню до  $t^{\circ}_{розрахункова}$  розрахунковий рівень  $H_1$  завантаження цистерни зміниться на 1-2 см. Коригування рівня наливу  $H_1$  здійснюють шляхом переміщення планки 7 уздовж штанги 4.

РЕАЛІЗАЦІЯ СПОСОБУ ПІДТВЕРДЖУЄТЬСЯ НАВЕДЕНИМИ ПРИКЛАДАМИ, АЛЕ НЕ ОБМЕЖУЄТЬСЯ НИМИ

Приклад №1 - розрахунок рівня завантаження цистерни мазутом М100:

Вихідні дані: Тип цистерни-62; Вантажопідйомність, Р- 60 тонн; Щільність продукту в товарному резервуарі  $\rho_{розрахункова}$  при  $t=15^{\circ}C$  -  $0,9500 \text{ г/см}^3$ ; Температура продукту в товарному резервуарі  $t=75^{\circ}C$ ; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни - 97,6 %

1. Для виключення можливості перевантаження цистерни роблять запас по температурі  $t^{\circ}_{розрахункова} 75^{\circ}C - 5^{\circ}C = 70^{\circ}C$ .

2. Розраховують максимально можливий об'єм продукту, що завантажується,  $V$ ,  $\text{м}^3$  цистерни з урахуванням  $\rho_{розрахункова}$  і  $t^{\circ}_{розрахункова}$  за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{розрахункова} - 20)) \times CLT \times \rho_{розрахункова})}, \quad (1)$$

де: CLT - поправковий коефіцієнт, що враховує вплив температури на об'єм продукту в залізничній цистерні при приведенні виміряного об'єму продукту до стандартних умов, який визначається згідно з ASTM D 1250 "Стандартне керівництво за розрахунковими таблицями по нафті і нафтопродуктах. Standard guide for use of the petroleum measurement tables".

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

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

3. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

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

4. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни  $H_1=254,3$  см, відповідний необхідному об'єму  $V_{тр}$ .

5. Визначають відстань  $L=300$  (діаметр котла цистерни, D) -  $254,3$  (розрахунковий рівень завантаження,  $H_1$ ) + 11 см (поправка на висоту вигину планки 9)= $56,7$  см (округляємо до 57 см).

6. Виставляють відстань L за допомогою пристрою контролю завантаження шляхом переміщення планки 7 уздовж штанги 4 і фіксують розрахунковий рівень завантаження  $H_1$ .

Приклад №2 - розрахунок рівня завантаження цистерни метил-трет-бутиловим ефіром (МТБЕ):

Вихідні дані: Тип цистерни - 72; Вантажопідйомність (маса вантажу, планована до навантаження), Р-52,0 тонни; Щільність продукту в товарному резервуарі  $\rho_{\text{розрахункова}}$  при  $t=21\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 0,7375 г/см<sup>3</sup>; Температура продукту в товарному резервуарі  $t=21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни – 100,0 %

- 5 1. Розраховують максимально можливий об'єм продукту, що завантажується, V, м<sup>3</sup> цистерни з урахуванням  $\rho_{\text{розрахункова}}$  і  $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$  за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times \rho_{\text{розрахункова}})}, \quad (1)$$

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

$$10 \quad V = \frac{52}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (21 - 20)) \times 0,7375)} = 70,506 \text{ м}^3$$

2. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

$$15 \quad V_{\text{тр}} = 70,506 \times 1,00 = 70,506 \text{ м}^3$$

3. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни  $H_1=283,2\text{ см}$ , відповідний необхідному об'єму  $V_{\text{тр}}$ .

- 20 4. Визначають відстань  $L=300$  (діаметр котла цистерни, D) -283,2 (розрахунковий рівень завантаження,  $H_1$ ) + 11 см (поправка на висоту вигину планки 9)=27,8 см (округляємо до 28 см).

5. Виставляють відстань L за допомогою пристрою контролю завантаження шляхом переміщення планки 7 уздовж штанги 4 і фіксують розрахунковий рівень завантаження  $H_1$ .

- 25 Приклад №3 - розрахунок рівня завантаження цистерни стиролом (фенілетилен, вінілбензол, етенілбензол):

Вихідні дані: Тип цистерни - 66; Вантажопідйомність, Р - 66,0 тонн; Щільність продукту в товарному резервуарі  $\rho_{\text{розрахункова}}$  при  $t=22\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 0,9044 г/см<sup>3</sup>; Температура продукту в товарному резервуарі  $t^{\circ}=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни - 98,0 %

- 30 1. Розраховують максимально можливий об'єм продукту, що завантажується, V, м<sup>3</sup> цистерни з урахуванням  $\rho_{\text{розрахункова}}$  і  $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$  за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times \rho_{\text{розрахункова}})}, \quad (1)$$

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

$$35 \quad V = \frac{66,0}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (22 - 20)) \times 0,9044)} = 72,971 \text{ м}^3$$

2. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

$$40 \quad V_{\text{тр}} = 72,971 \times 0,98 = 71,512 \text{ м}^3$$

3. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни  $H_1=251,1\text{ см}$ , відповідний необхідному об'єму  $V_{\text{тр}}$ .

- 45 4. Визначають відстань  $L=320$  (діаметр котла цистерни, D) -251,1 см (розрахунковий рівень завантаження,  $H_1$ ) + 11 см (поправка на висоту вигину планки 9)=79,9 см (округляємо до 80 см).

5. Виставляють відстань L за допомогою пристрою контролю завантаження шляхом переміщення планки 7 уздовж штанги 4 і фіксують розрахунковий рівень завантаження  $H_1$ .

Приклад №4 - розрахунок рівня завантаження цистерни біопаливом:

- 50 Вихідні дані: Тип цистерни - 79; Вантажопідйомність (маса вантажу, планована до навантаження), Р - 65,0 тонн; Щільність продукту в товарному резервуарі  $\rho_{\text{розрахункова}}$  при  $t=35\text{ }^{\circ}\text{C}$

-0,8500 г/см<sup>3</sup>; Температура продукту в товарному резервуарі t° -35° С; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни - 97,0 %

1. Розраховують максимально можливий об'єм продукту, що завантажується, V, м<sup>3</sup> цистерни з урахуванням  $\rho_{\text{розрахункова}}$  і  $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$  за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times \rho_{\text{розрахункова}})}, \quad (1)$$

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

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

2. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

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

3. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни H<sub>1</sub>=288,4 см, відповідний необхідному об'єму V<sub>тр</sub>.

4. Визначають відстань L=300 (діаметр котла цистерни, D) -288,4 (розрахунковий рівень завантаження, H<sub>1</sub>) + 11 см (поправка на висоту вигину планки 9)=22,6 см (округляємо до 23 см).

5. Виставляють відстань L за допомогою пристрою контролю завантаження шляхом переміщення планки 7 уздовж штанги 4 і фіксують розрахунковий рівень завантаження H<sub>1</sub>.

Приклад №5 - розрахунок коригування рівня завантаження цистерни при зміні температури на 5° С для продукту мазут М 100

Вихідні дані: Тип цистерни - 62; Вантажопідйомність, P - 60,0 тонн; Щільність мазуту М 100 в товарному резервуарі при стандартних умовах (t°=15 °С)  $\rho_{15}$  - 0,9583 г/см<sup>3</sup>; Температура продукту в товарному резервуарі  $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}=80$  °С; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни - 98,0 %

1. Розраховують максимально можливий об'єм палива, що завантажується в залізничну цистерну, V, м<sup>3</sup>, враховуючи  $\rho_{15}$ ,  $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$  і об'ємного поправкового коефіцієнта C<sub>TL15</sub>, що враховує вплив температури палива на об'єм палива в залізничній цистерні за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times C_{L_{15}} \times \rho_{15})}, \quad (1)$$

C<sub>TL15</sub>=0,95320 - визначається за таблицями ASTM D 1250.

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

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

2. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

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

3. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни H<sub>1</sub>=248,2 см, відповідний необхідному об'єму V<sub>тр</sub>.

4. Фактично виміряна температура продукту при наливанні становить t° факт. ~ 75 °С.

4. Розраховують максимально можливий об'єм завантажуваного в залізничну цистерну палива, V, м<sup>3</sup> цистерни з урахуванням  $\rho_{15}$ , t° в резервуарі і об'ємного поправкового коефіцієнта C<sub>TL15</sub>, що враховує вплив температури палива на об'єм палива в залізничній цистерні за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times CL_{T_{15}} \times \rho_{15})}, \quad (1)$$

$CL_{T_{15}}=0,95684$  - визначається за таблицями ASTM D 1250.

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

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

5. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

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

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

6. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни  $H_1=247,2$  см, відповідний необхідному об'єму  $V_{\text{тр}}$ . Коригування рівня при зміні температури палива на  $5^{\circ}\text{C}$  градусів складе:  $247,2 \text{ см} - 248,2 \text{ см} = -1 \text{ см}$ .

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

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

Наведені вище приклади підтверджують реалізацію винаходу для різних видів рідких продуктів, але не обмежуються ними. Заявлений спосіб може застосовуватися для контролю рівня завантаження цистерн при навантаженні будь-яких рідких продуктів з урахуванням відповідних відомих коефіцієнтів, що враховують температурне розширення різних видів продуктів, і відомі закономірності співвідношення температури ( $t^{\circ}$ ), щільності ( $\rho$ ) і об'єму ( $V$ ) рідких продуктів. Наприклад, щільність молока розраховують при температурі  $20^{\circ}\text{C}$ , а при зміні температури на  $1^{\circ}\text{C}$  перераховують щільність з урахуванням коефіцієнта температурного розширення, який становить  $0,0002$  на  $1^{\circ}\text{C}$  (див. Е.Ю. Пятковская, А.В. Виноградова "Товароведение и таможенная экспертиза продовольственных товаров животного происхождения", СПб, НИУ ИМТО 2012, стор.19)

Приклад №6 - розрахунок рівня завантаження цистерни, при якому не враховується зміна температури продукту в процесі наливу і коригування розрахункового рівня не проводиться (на прикладі продукту мазуту М 100)

Вихідні дані: Тип цистерни - 62; Вантажопідйомність,  $P$  - 60,0 тонн; Щільність мазуту М 100 в товарному резервуарі при стандартних умовах ( $t=15^{\circ}\text{C}$ )  $\rho_{15}=0,9583 \text{ г/см}^3$ ; Температура продукту в товарному резервуарі  $t^{\circ}=80^{\circ}\text{C}$ ; Розрахунковий коефіцієнт завантаження даної цистерни - 99,0 %

1. Розраховують максимально можливий об'єм завантажуваного в залізничну цистерну палива  $V$ ,  $\text{м}^3$  цистерни з урахуванням  $\rho_{15}$ ,  $t$  розрахункова і об'ємного поправкового коефіцієнта  $CL_{T_{15}}$ , що враховує вплив температури палива на об'єм палива в залізничній цистерні за наступною формулою:

$$V = \frac{P}{((1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{розрахункова}} - 20)) \times CL_{T_{15}} \times \rho_{15})}, \quad (1)$$

$CL_{T_{15}}=0,95320$  - визначається за таблицями ASTM D 1250.

Підставляємо відомі значення в формулу (1):

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

2. Розраховують необхідний об'єм продукту, що завантажується, від максимально допустимого об'єму:

$$V_{\text{тр}} = 65,537 \times 0,99 = 64,882 \text{ м}^3 \text{ або } 59,4 \text{ тонни}$$

3. За калібрувальними таблицями визначають розрахунковий рівень завантаження цистерни  $H_1=259,8$  см, відповідний необхідному об'єму  $V_{\text{тр}}$ .

4. Визначають відстань  $L=300$  (діаметр котла цистерни,  $D$ ) -259,8 (розрахунковий рівень завантаження,  $H_1$ ) + 11 см (поправка на висоту вигину планки 9)=51,2 см (округляємо до 51 см).

5. Виставляють відстань  $L$  за допомогою пристрою контролю завантаження і фіксують розрахунковий рівень завантаження  $H_1$ .

6. Наливають цистерну за розрахунковим рівнем  $H_1=259,8$  см

7. Фактично виміряна температура продукту при навантаженні склала  $t^{\circ}_{\text{поточна}}=65^{\circ}\text{C}$ .

8. Коригування рівня не проводилася, маса вантажу при температурі  $650^{\circ}\text{C}$  складе:

$$M = V \times (1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (t^{\circ}_{\text{поточна}} - 20)) \times CLT_{15} \times \rho_{15}$$

$CLT_{15}=0,96410$  - визначається за таблицями ASTM D 1250

$$M = 64,882 \times (1 + (2 \times 0,0000125 + 0,0000125) \times (65 - 20)) \times 0,9641 \times 0,9583 = 60,046 \text{ тонни}$$

9. Маса навантаженого продукту склала 60,046 тонн, що є перевантаженням.

З наведеного прикладу № 6 можна зробити висновок, що відсутність коригування поточної температури продукту, що наливають, веде до перевантаження цистерни.

Реалізацію заявленого способу контролю завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів можливо здійснити при використанні різних модифікацій пристрою контролю завантаження цистерни за патентом RU132594U1, публ.20.09.2013 або аналогічного пристрою, не виходячи при цьому за об'єм правової охорони, формули винаходу.

Таким чином, наведені приклади не обмежують об'єм правової охорони, що надається формулою заявленого винаходу, а підтверджують можливість його реалізації.

Таким чином, при реалізації заявленого способу здійснюють контроль завантаження цистерни і коригування рівня завантаження в разі зміни температури продукту, що завантажується, відносно розрахункової температури, що знижує ймовірність недоливу або переливу продуктів, що завантажуються, і призводить до збільшення коефіцієнта заповнюваності цистерни.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

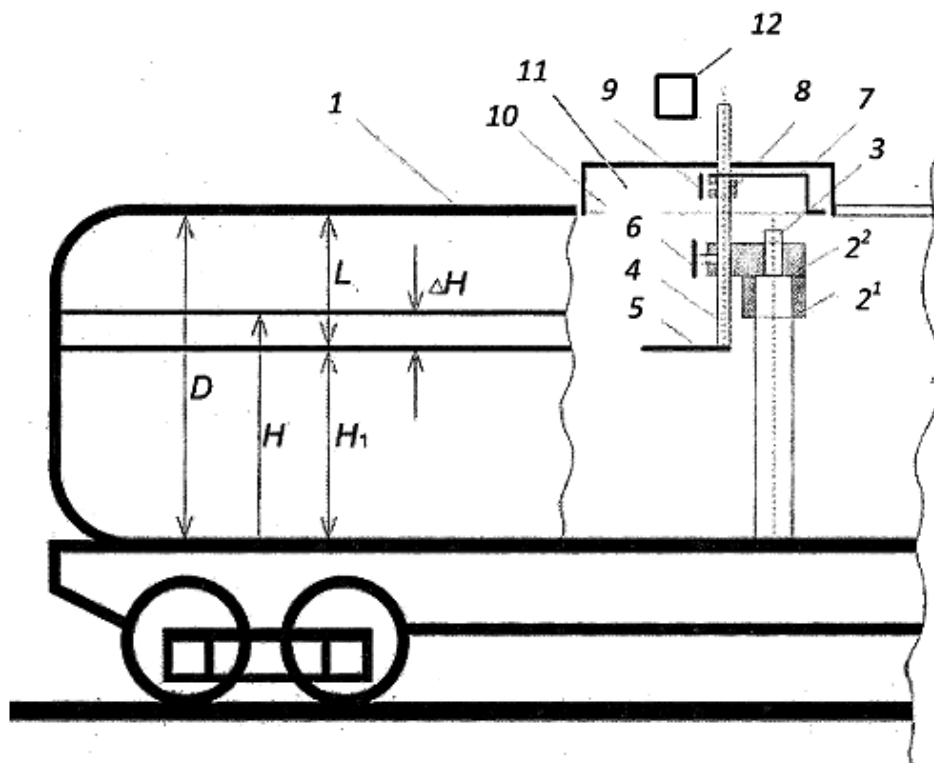
1. Спосіб контролю рівня завантаження залізничних цистерн в процесі наливу рідких продуктів, який характеризується тим, що перед початком завантаження цистерни визначають розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни, виходячи з розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) продукту, що завантажується, фіксують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни за допомогою пристрою контролю рівня завантаження, що включає штангу зі встановленою на розрахунковому рівні завантаження ( $H_1$ ) планкою, яку розміщують всередині цистерни для візуального контролю моменту, при якому рівень продукту, що наливають, досягне розрахункового рівня завантаження ( $H_1$ ) цистерни, зафіксованого планкою, при цьому в процесі наливу за допомогою тепловізійного приладу здійснюють вимірювання фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що наливають, при цьому в разі зміни фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажується, від розрахункової температури ( $t^{\circ}_{\text{розрахункова}}$ ) убик збільшення або зменшення коригують розрахунковий рівень завантаження ( $H_1$ ) цистерни.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що тепловізійний прилад виконаний зі ступенем захисту 1P54.

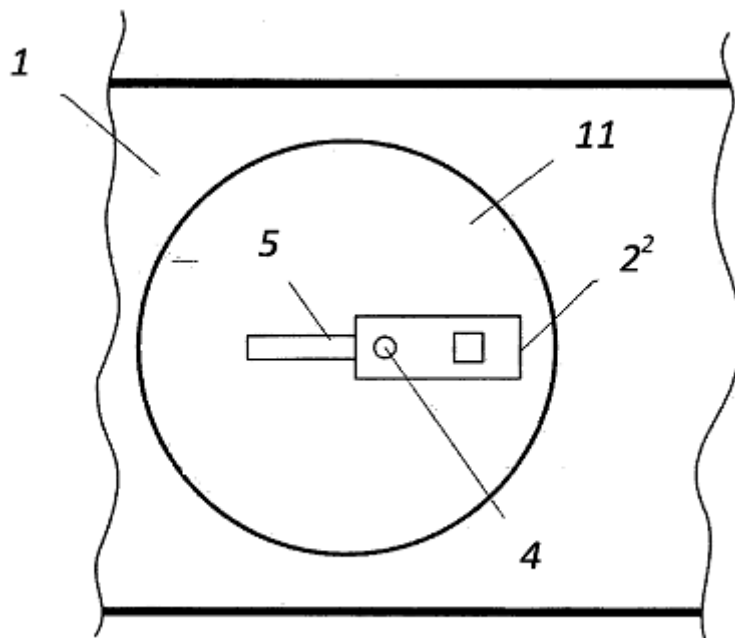
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що пристрій контролю завантаження розміщують на зливному клапані цистерни.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вимірювання фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажується, здійснюють через відкриту горловину цистерни.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вимірювання фактичної температури ( $t^{\circ}_{\text{поточна}}$ ) продукту, що завантажується, здійснюють шляхом вимірювання температури прогріву стінки котла цистерни.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601