



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52526 (13) A

(51) 6 F17D1/16, F04D15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ПЕРЕВАЛКИ НАФТИ І В'ЯЗКИХ НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО МАЮТЬ ВИСОКУ ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТИГАННЯ, ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН НА МОРСЬКІ СУДНА

1

(21) 2002097119

(22) 02 09 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Бартенев Олександр Володимирович, Клявлин Валерій Володимирович, Уніговський Леонід Михайлович, Хімченко Іван Сергійович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ВІТА-ХХІ"

(57) 1 Спосіб перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, який включає транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн до резервуарів для зберігання темних нафтопродуктів нафтобази, подальше нагрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що зберігаються в цьому резервуарі, їх транспортування на морські судна по лінії технологічних трубопроводів, яка включає внутрішньоплощадкові, береговий блокувальний і підводний технологічні трубопроводи, а також стендерний пристрій у вигляді гнучкого технологічного шланга, сполученого з морським судном, очищення технологічних трубопроводів, що входять до складу лінії технологічних трубопроводів, від залишків застигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів, за допомогою створення різниці тиску на ділянках технологічних трубопроводів, причому транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів по лінії технологічних трубопроводів і очищення технологічних трубопроводів здійснюють за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази, який відрізняється тим, що в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи встановлюють два резервуари для зберігання нафтопродукту заміщення, один з яких спочатку є порожнім, як насосні агрегати насосної станції використовують один резервний, один допоміжний і два вантажних насоси для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно, а також один насос для подачі нафтопродукту заміщення в лінію технологічних трубопроводів, розміщують паралельно першій лінії технологічних трубопроводів другу лінію з об'єднанням її на існуючі внутрішньоплощад-

2

кові трубопроводи і насосні агрегати, між кінцями підводних технологічних трубопроводів в місці їх з'єднання з гнучкими технологічними шлангами встановлюють підводний з'єднувальний колектор із запірно-регулюючою арматурою, видалення залишків нафти і в'язких нафтопродуктів з ліній технологічних трубопроводів здійснюють шляхом відкривання запірно-регулюючої арматури, встановленої в підводному з'єднувальному колекторі, і подачею нафтопродукту заміщення з резервуара для зберігання нафтопродукту заміщення до однієї з ліній технологічних трубопроводів із забезпеченням реверсивного переміщення нафтопродукту заміщення по двох лініях технологічних трубопроводів і підводному з'єднувальному колектору шляхом використання насоса для подачі нафтопродукту заміщення, проводять витіснення нафтопродукту заміщення з двох ліній технологічних трубопроводів до порожнього резервуара для зберігання нафтопродукту заміщення і прокачування ліній технологічних трубопроводів шляхом подачі до них підігрітої нафти і в'язких нафтопродуктів з резервуара для зберігання темних нафтопродуктів, а також шляхом використання допоміжного насоса для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно, після чого перекивають запірно-регулюючу арматуру підводного з'єднувального колектора і здійснюють по одній з ліній технологічних трубопроводів транспортування підігрітої нафти і в'язких нафтопродуктів з резервуара для зберігання темних нафтопродуктів на морське судно шляхом використання вантажних або резервних насосів

2 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що як основний і резервний вантажні насоси для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно використовують насос відцентрового типу продуктивністю не менше ніж 1200 м<sup>3</sup>/год, як допоміжний насос для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно використовують гвинтовий насос прокачування першого струменя продуктивністю не менше ніж 300 м<sup>3</sup>/год, як насос для подачі нафтопродукту заміщення в лінію технологічних трубопроводів використовують насос відцентрового типу продуктивністю не менше ніж 800 м<sup>3</sup>/год

(13) A

(11) 52526

(19) UA

3 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що вантажно-розвантажувальні роботи здійснюють одночасно по двох лініях технологічних трубопроводів

4 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що як нафтопродукт заміщення використовують нафто-

продукт з температурою застигання не вище ніж -15°C

5 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що як нафтопродукт заміщення використовують пічне паливо або суміш нафтопродуктів відпрацьованих, або сорти легкої нафти

Винахід відноситься до способів перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, може бути використаний для вантажно-розвантажувальних операцій по перевалці цих нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна, і може знайти застосування на перевалочних, розподільних і приймальних нафтобазах

Відомий спосіб перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн на морські судна, який полягає в транспортуванні розігрітого нафтопродукту з резервуара для його зберігання по термоізованих трубопроводах через берегову камеру перемикавання, і далі через стендерні пристрої, розташовані у берегових причальних споруд, на морські судна [1]

Відомий спосіб перевалки може бути застосований тільки при умові використання спеціального обладнання і технологічної системи підігрівання нафтопродукту в трубопроводах, призначених для прийому і транспортування нафтопродукту, включаючи систему підігрівання підводних технологічних трубопроводів, що дорого коштує. Це є головним недоліком способу-аналога

Як прототип вибраний спосіб перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн на морські судна, який включає транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів, що має високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн до резервуарів для зберігання темних нафтопродуктів нафтобази, подальше нагрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що зберігаються в цьому резервуарі, їх транспортування на морські судна по лінії технологічних трубопроводів, яка включає внутрішньоплощадкові, береговий блокувальний і підводний технологічні трубопроводи, а також стендерний пристрій у вигляді гнучкого технологічного шланга, сполученого з морським судном, очищення технологічних трубопроводів, що входять до складу лінії технологічних трубопроводів, від залишків застигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів, за допомогою створення різниці тиску на ділянках технологічних трубопроводів, причому транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів по лінії технологічних трубопроводів і очищення технологічних трубопроводів здійснюють за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази [2]

Недоліком способу-прототипу є те, що для його використання необхідне використання системи підігрівання комунікаційних технологічних трубопроводів, що проходять від морського судна до резервуара для зберігання нафтопродукту, яка дуже дорого коштує

В основу винаходу поставлена задача створення універсального і економічного способу перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при проведенні вантажно-розвантажувальних операцій по перевалці цих нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна, який виключає необхідність підігрівання комунікаційних технологічних трубопроводів, що проходять від морського судна до резервуара для зберігання нафтопродукту

Поставлена задача досягається тим, що в способі перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн на морські судна, який включає транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів, що має високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн до резервуарів для зберігання темних нафтопродуктів нафтобази, подальше нагрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що зберігаються в цьому резервуарі, їх транспортування на морські судна по лінії технологічних трубопроводів, яка включає внутрішньоплощадкові, береговий блокувальний і підводний технологічні трубопроводи, а також стендерний пристрій у вигляді гнучкого технологічного шланга, сполученого з морським судном, очищення технологічних трубопроводів, що входять до складу лінії технологічних трубопроводів, від залишків застигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів, за допомогою створення різниці тиску на ділянках технологічних трубопроводів, причому транспортування нафти і в'язких нафтопродуктів по лінії технологічних трубопроводів і очищення технологічних трубопроводів здійснюють за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази, в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи встановлюють два резервуари для зберігання нафтопродукту заміщення, один з яких спочатку є порожнім, як насосні агрегати насосної станції використовують один резервний, один допоміжний і два вантажних насоси для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно, а також один насос для подачі нафтопродукту заміщення в лінію технологічних трубопроводів, розміщують паралельно першій лінії технологічних трубопроводів другу лінію з об'єднанням її на існуючі внутрішньоплощадкові трубопроводи і насосні агрегати, між кінцями підводних технологічних трубопроводів в місці їх з'єднання з гнучкими технологічними шлангами встановлюють підводний з'єднувальний колектор із запірною-регулюючою арматурою, видалення залишків нафти і в'язких нафтопродуктів з ліній технологічних трубопроводів здійснюють шляхом відкривання запірної-регулюючої арматури, встановленої в підводному

з'єднувальному колекторі, і подачею нафтопродукту заміщення з резервуара для зберігання нафтопродукту заміщення до однієї з ліній технологічних трубопроводів із забезпеченням реверсивного переміщення нафтопродукту заміщення по двох лініях технологічних трубопроводів і підводному з'єднувальному колектору шляхом використання насоса для подачі нафтопродукту заміщення, проводять витіснення нафтопродукту заміщення з двох ліній технологічних трубопроводів до порожнього резервуара для зберігання нафтопродукту заміщення і прокачування ліній технологічних трубопроводів шляхом подачі до них підігрітої нафти у в'язких нафтопродуктів з резервуара для зберігання темних нафтопродуктів, а також шляхом використання допоміжного насоса для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно, після чого перекривають запірно-регулюючу арматуру підводного з'єднувального колектора і здійснюють по одній з ліній технологічних трубопроводів транспортування підігрітої нафти і в'язких нафтопродуктів з резервуара для зберігання темних нафтопродуктів на морське судно шляхом використання вантажних або резервних насосів

Як основний і резервний вантажні насоси для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно використовують насос відцентрового типу продуктивністю не менше за  $1200\text{ м}^3/\text{год}$ , як допоміжний насос для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно використовують гвинтовий насос прокачування першого струменя продуктивністю не менше за  $300\text{ м}^3/\text{год}$ , як насос для подачі нафтопродукту заміщення в лінію технологічних трубопроводів використовують насос відцентрового типу продуктивністю не менше за  $800\text{ м}^3/\text{год}$

Вантажно-розвантажувальні роботи здійснюють одночасно по двох лініях технологічних трубопроводів

Як нафтопродукт заміщення використовують нафтопродукт з температурою застигання не вище за  $-15^\circ\text{C}$

Як нафтопродукт заміщення використовують пічне паливо, або суміш нафтопродуктів відпрацьованих, або сорти легкої нафти

Перераховані ознаки способу складають суть винаходу

Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю істотних ознак винаходу і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному

У цей час на нафтоперевалочних комплексах перевалка темних сортів нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, здійснюється по термоізованих трубопроводах через стендерні пристрої, які розташовані у берегових причальних споруд. При цьому перевалка можлива за умови застосування спеціального обладнання і технологічної системи для розігрівання нафтопродукту в системі технологічних трубопроводів, призначеного як для прийому нафтопродукту, так і для подальшого його транспортування на морські судна

Насосно-технологічний трубопровідний блок нафтобаз, на яких здійснюється перевалка легкозастигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна, включає

в себе, як правило, вантажну залізничну естакаду, технологічну насосну станцію для вивантаження нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн, резервуарні місткості для зберігання і накопичення судової партії нафтопродукту, технологічну насосну станцію для вантаження нафтопродуктів на морські судна, вантажні лінії зі стендерними пристроями, наприклад, у вигляді гнучких шлангових систем, призначених для вантаження нафтопродуктів з берега на морські судна. При цьому необхідною умовою для функціонування схеми перевалки із залізничних вагон-цистерн на морські судна є розігрівання нафтопродукту у всіх технологічних трубопроводах з метою запобігання його застигання в технологічних трубопроводах

В реалізованих технологічних рішеннях сучасних перевалочних нафтобаз, наприклад, на Феодосійському підприємстві по забезпеченню нафтопродуктами (ФПЗН), довжина технологічних трубопроводів вибрана мінімально можливою з метою можливості розміщення нафтокомплексу у береговій межі. Однак таке розміщення не завжди відповідає існуючим екологічним вимогам. Крім того, причальні споруди, які необхідні для швартування морських судів під вантаження, є складними і гідротехнічними спорудами, що дуже дорого коштують

Перспективних рішень по здійсненню перевалки легкозастигаючих нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна по внутрішньо-площадковим, береговим і підводним технологічним трубопроводам без застосування відповідних систем підігрівання технологічних трубопроводів в цей час не існує

Спосіб, що пропонується, дозволяє кардинально вирішити задачу по перевалці легкозастигаючих темних сортів нафти і в'язких нафтопродуктів з берегових резервуарних ємкостей на морське судно, яке знаходиться на віддаленні від берегової межі біля  $600\text{ м}$ , за системою берегових блокувальних і підводних технологічних трубопроводів, загальна довжина яких складає біля  $1500\text{ м}$ . Причому така перевалка здійснюється без додаткового підігрівання нафтопродукту у вказаній трубопровідній системі

Перекачування легкозастигаючих високов'язких сортів нафти і в'язких нафтопродуктів по технологічних трубопроводах внаслідок високої температури застигання нафти і в'язких нафтопродуктів без здійснення їх розігрівання є практично неможливим

Вирішення технічної задачі здійснення попутного підігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в підводному технологічному трубопроводі є надзвичайно складним

Внаслідок неможливості розігрівання нафтопродукту в лінії технологічних трубопроводів, що складається з берегових блокувальних трубопроводів і підводних технологічних трубопроводів, в спосіб, що пропонується, після закінчення вантажних операцій з морським судном проводять заміщення легкозастигаючої нафти і високов'язких нафтопродуктів, що залишилися в трубопровідній системі після закінчення вантажних операцій, незастигаючим нафтопродуктом, у вигляді пічного палива, або суміші нафтопродуктів відпрацьова-

них (СНО), або сортів легкої нафти

При цьому для здійснення даного способу перевалки важливе має значення тільки температура застигання нафтопродукту заміщення, що, згідно з способом, що пропонується, не повинна перевищувати - 15°C. Нами встановлено, що паливо, згідно з вимогами ГСТУ 320-001-499-43 010-98, може застосовуватися як шуканий нафтопродукт заміщення, оскільки воно має температуру застигання не вище за - 17°C.

У свою чергу, суміш нафтопродуктів відпрацьованих (СНО), а також сорти легких нафт необхідно підбирати за їх фактичним станом, тобто так, щоби температура їх застигання не перевищувала - 15°C, оскільки цей параметр якості у СНО і сортів легких нафт є таким, що не нормується.

Згідно із способом перевалки, що пропонується, в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи розміщують паралельно першій лінії технологічних трубопроводів другу лінію з об'язуванням її на існуючі внутрішньоплощадкові трубопроводи і насосні агрегати. Причому між кінцями підводних технологічних трубопроводів в місці їх з'єднання з гнучкими технологічними шлангами встановлюють підводний з'єднувальний колектор із запірно-регулюючою арматурою, а також встановлюють два резервуари для зберігання нафтопродукту заміщення, один з яких спочатку є порожнім.

Це необхідно для забезпечення циркуляції і рециркуляції нафтопродукту заміщення по замкнутому контуру, що складається з двох ліній технологічних трубопроводів, і подальшого надходження нафтопродукту заміщення з одного резервуара для зберігання нафтопродукту заміщення в інший резервуар. Крім того, це дозволяє використати одну і ту ж технологічну схему для проведення різних технологічних операцій, а саме для вантаження, розвантаження, а також для зачистки.

тю не менше за  $3000\text{ м}^3$ , резервуарну місткість для зберігання темних нафтопродуктів (нафти і в'язких нафтопродуктів) 6, берегову камеру перемикання 7, з якою сполучені два берегових блокувальних трубопроводи 8 протяжністю понад 800 м кожний.

Берегова камера перемикання 7 містить перепускний запобіжний клапан 9 запобіжного пристрою і дренажну місткість 10 запобіжного пристрою.

Від берегової камери перемикання 7 відходять два підводні технологічних трубопроводи 11, кінці яких сполучені з підводним з'єднувальним колектором 12, що містить запірно-регулюючу арматуру 13, а також зі стелерним пристроєм у вигляді гнучкого технологічного шланга 14.

Лінія технологічних трубопроводів, по якій відбувається перевалка (транспортування) нафти і в'язких нафтопродуктів, умовно включає внутрішньоплощадкові (на фіг не позначено), береговий блокувальний 8 і підводний 11 технологічні трубопроводи, а також стелерний пристрій у вигляді гнучкого технологічного шланга 14, сполученого з морським судном 15. При цьому технологічний блок насосно-трубопровідної системи нафтобази містить дві паралельно розміщені лінії технологічних трубопроводів, які об'єднані на існуючій внутрішньоплощадковій трубопроводі і насосні агрегати.

Крім того, насосна станція вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів 16 на морське судно 15 включає в себе два насоси 1 вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів, резервний насос 2 вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів, допоміжний насос 3 вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів, а також насос подачі нафтопродукту заміщення 4.

Як основний 1 і резервний 2 вантажні насоси для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно 15 використовують насоси відцентрового типу продуктивністю не менше за  $1200\text{ м}^3/\text{год}$ . Як допоміжний насос 3 для вантаження нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно 15 використовують гвинтовий насос прокачування першого струменя продуктивністю не менше за  $300\text{ м}^3/\text{год}$ , а як насос 4 для подачі нафтопродукту заміщення в лінію технологічних трубопроводів (8, 11, 12) використовують насос відцентрового типу продуктивністю не менше за  $800\text{ м}^3/\text{год}$ .

Гнучка шлангова система 14 сполучена з морським судном 15 за допомогою запірної клапана маніфольда 17.

Технологічний блок насосно-трубопровідної системи нафтобази містить також дренажну місткість насосно-трубопровідного обладнання 18. Дренажна місткість 18 призначена для збору витоків нафтопродукту, які відбуваються скрізь сальникові ущільнення насосного обладнання, а також для розміщення нафти і в'язких нафтопродуктів, що злилися з напірного трубопровода. Дренажна місткість 18 обладнана системою підігрівання нафтопродукту, що знаходиться в ній, і занурювальним зачисним насосом 19, призначеним для відкачування нафти і в'язких нафтопродуктів, що зливаються з напірного трубопровода, з дренажної місткості 18 до резервуара 6 для зберігання темних нафтопродуктів.

Спосіб перевалки нафти і в'язких нафтопродук-

тів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн на морські судна, реалізується таким чином.

Розігріта нафта і в'язкі нафтопродукти, що мають високу температуру застигання, транспортуються із залізничних вагон-цистерн (на фіг не показано) до резервуарів для зберігання темних нафтопродуктів 6, розташованих в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази.

При наявності залишків розігрітого нафтопродукту, що транспортується по технологічній системі трубопроводів, і які могли туди потрапити при зливанні нафтопродукту із залізничних вагон-цистерн, виконують наступні дії.

Насосом 4 "забирають" з резервуарної місткості для зберігання нафтопродукту заміщення 5 нафтопродукт заміщення, і подають його до одного з берегових блокувальних трубопроводів 8. Далі нафтопродукт заміщення витісняє з трубопровідної системи «по кільцю», що складає перший підводний технологічний трубопровід 11, підводний з'єднувальний колектор 12 із запірно-регулюючою арматурою 13, другий підводний технологічний трубопровід 11 і другий блокувальний трубопровід 8. Далі розігрітий нафтопродукт, що залишився в технологічній системі трубопроводів після вантаження, поступово поступає до резервуарної місткості 6, призначену для зберігання темних нафтопродуктів.

Після завершення операції витіснення розігрітого нафтопродукту до резервуарної місткості 6 для зберігання темних нафтопродуктів, проводиться подальше прокачування вищеприписаної технологічної системи трубопроводів за допомогою використання нафтопродукту заміщення для запобігання утворення у вищезазначеній технологічній системі трубопроводів пробок з легкозастигаючого нафтопродукту. При цьому вибирають такий об'єм нафтопродукту заміщення, що закачують до трубопровідної системи, який відповідає об'єму вищезазначеної технологічної системи трубопроводів.

Накопичена суднова партія легкозастигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів певний час зберігається в берегових резервуарних ємкостях для зберігання темних нафтопродуктів 6, де за допомогою системи підігрівання (на фіг не показано) підтримується необхідна температура нафти і в'язких нафтопродуктів, що перевищує температуру їх застигання.

Перед вантаженням нафти і в'язких нафтопродуктів на морське судно 15 температура нафти і в'язких нафтопродуктів підвищується до значень температури вантаження ( $T_{\text{вп}}$ ). Шукана температура вантаження  $T_{\text{вп}}$  визначається на основі наступної умови:

$$T_{\text{вп}} = T_{\text{с}} + \Delta T_{\text{пот}},$$

де  $\Delta T_{\text{пот}}$  - значення зниження температури нафтопродукту в трубопровідній системі, що відбувається за рахунок теплообміну,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$T_{\text{с}}$  - температура прийому нафтопродукту на морському судні (15),  $^{\circ}\text{C}$  (за комерційними умовами ця температура повинна бути  $T_{\text{с}} \geq 55^{\circ}\text{C}$ ).

Для технологічної системи, що пропонується,  $\Delta T_{\text{пот}}$  розраховується по наступній формулі:

$$\Delta T_{\text{пот}} = \Delta T_{\text{пот б тр}} + \Delta T_{\text{пот п тр}},$$

де  $\Delta T_{\text{пот б тр}}$  - значення зниження температури нафтопродукту в берегових блокувальних трубопроводах (8), °C,

$\Delta T_{\text{пот п тр}}$  - значення зниження температури нафтопродукту в підводних технологічних трубопроводах (11), що визначається по формулі

$$\Delta T_{\text{пот б тр}} = \frac{L_{\text{б тр}} \cdot K}{100}$$

де  $L_{\text{б тр}}$  - довжина берегових блокувальних трубопроводів (8), м,

$K_{\text{пот б тр}}$  - коефіцієнт, що враховує втрати температури нафтопродукту в берегових блокувальних трубопроводах (8) на кожні 100 метрів їх довжини

У нашому випадку  $L_{\text{б тр}} = 800\text{м}$ . Коефіцієнт  $K_{\text{пот б тр}}$ , залежить від якості термоізоляції, діаметра труби (8), швидкості руху нафтопродукту тощо, і знаходиться в межах  $K_{\text{пот б тр}} = 0,2 \div 0,45$ . Тому приймаємо значення  $K_{\text{пот б тр}} = 0,3$

Тоді

$$\Delta T_{\text{пот б тр}} = \frac{L_{\text{п тр}} \cdot K_{\text{пот п тр}}}{100},$$

де  $L_{\text{п тр}}$  - довжина підводних технологічних трубопроводів, м,

$K_{\text{пот п тр}}$  - коефіцієнт втрат температури нафтопродукту в підводних технологічних трубопроводах (11) на 100 метрів їх довжини, який знаходиться в межах  $K_{\text{пот п тр}} = 1,0 \div 1,8$

У нашому випадку  $L_{\text{п тр}} = 600\text{м}$ , а значення  $K_{\text{пот п тр}}$  приймаємо таким

$$K_{\text{пот п тр}} = 1,8$$

Як приклад розрахуємо значення температури вантаження ( $T_{\text{птр}}$ ) для умов технологічної системи, що пропонується

$$\begin{aligned} T_{\text{птр}} &= T_{\text{с}} + \Delta T_{\text{пот}} = T_{\text{с}} + \Delta T_{\text{пот б тр}} + \Delta T_{\text{пот п тр}} = \\ &= T_{\text{с}} + \frac{L_{\text{б тр}} \cdot K_{\text{пот б тр}}}{100} + \frac{L_{\text{п тр}} \cdot K_{\text{пот п тр}}}{100} = 55 + \\ &+ \frac{800 \cdot 0,3}{100} + \frac{600 \cdot 1,8}{100} = 55 + 2,4 + 10,8 = 68,2^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Таким чином, температура нафтопродукту, призначеного для вантаження на морське судно 15, повинна бути доведена до значення  $T_{\text{птр}} = 68,2^{\circ}\text{C}$

Потім розігрітий до необхідної температури вантаження  $T_{\text{птр}}$  нафтопродукт поступає на один з вантажних насосів 1, який "подає" цей нафтопродукт до одного з блокувальних трубопроводів 8. Потім через берегову камеру перемикавання 7 нафтопродукт поступає до підводного технологічного трубопроводу 11, підводного з'єднувального колектора 12, і, при відкритому положенні запірно-регулюючої арматури 13, до другого підводного технологічного трубопроводу 11, берегової камери перемикавання 7 і до другого блокувального трубопроводу 8

При цьому незастигаючий продукт заміщення, що знаходиться в блокувальному трубопроводі 8 і підводних технологічних трубопроводах 11, витісняється до резервуарної ємкості зберігання продукту заміщення 5

Потім, після закінчення операції по витісненню нафтопродукту заміщення, на морському судні 15 відкриваються запірні клапани 17 маніфольда морського судна 15 і підключається другий вантажний насос 1. Таким чином, здійснюється ванта-

ження нафтопродукту по двох лініях технологічних трубопроводів, що складаються з блокувального трубопроводу 8, підводного технологічного трубопроводу 11 і гнучких шлангових систем 14

Витоки нафтопродукту, які відбуваються скрізь сальникові ущільнення насосного обладнання, поступають до дренажної місткості 18, призначеної також для надходження залишків нафтопродукту з напірного трубопроводу. Дренажна місткість 18 обладнана системою підігрівання нафтопродукту і занурювальним насосом 19, призначеним для відкачування нафтопродукту з дренажної місткості 18 до резервуара 6 зберігання нафти і в'язких нафтопродуктів

Перед вантаженням нафтопродукту на морське судно 15 здійснюють його рециркуляційне прокачування «по кільцю» з метою витіснення нафтопродукту заміщення з технологічної системи трубопроводів. Потім, перед початком вантаження нафтопродукту по двох лініях технологічних трубопроводів, при необхідності підключається гвинтовий насос 3 для протискування пробки, що утворюється в системі технологічних трубопроводів

При цьому в системі технологічних трубопроводів в районі берегової камери перемикавання 7 для запобігання трубопровідної системи від аварійного підвищення внутрішньотрубоного тиску використовують запобіжний пристрій, що складається з перепускного запобіжного клапана 9 і дренажної місткості 10

Перепускний запобіжний клапан 9 відрегульовано на тиск спрацьовування  $P_{\text{сраб}}$ , що дорівнює гранично припустимому тиску системи Р пред сист, тобто  $P_{\text{сраб}} = P_{\text{пред сист}}$ . У разі утворення в технологічній системі пробки із застиглого нафтопродукту, допоміжний насос вантаження 3 гвинтового типу створює в технологічній системі тиск  $P \geq P_{\text{сраб}}$ . При цьому спрацьовує клапан 9, і надмірний тиск скидається до дренажної місткості 10

Допоміжний насос вантаження 3 гвинтового типу також використовується для прокачування по системі технологічних трубопроводів першої партії (струменя) нафтопродукту. Його застосування викликане тим, що проходження першої партії нафтопродукту по незаповнених технологічних трубопроводах, як правило, є утрудненим, і для прокачування першої партії нафтопродукту, що перекачується, необхідно підіймати тиск в трубопроводі до значень  $P_{\text{пред сист}}$ . Цю двоєдину задачу в способі, що пропонується вирішують за допомогою використання допоміжного насоса 3 гвинтового типу

Після закінчення вантаження нафтопродукту на морське судно 15 насосно-трубопровідна технологічна система нафтобази працює таким чином

На судні 15 закриваються запірні клапани 17 маніфольда. Насосом 4 "забирають" з резервуарної місткості для зберігання нафтопродукту заміщення 5 нафтопродукт заміщення, і подають його до одного з блокувальних трубопроводів 8. Далі нафтопродукт заміщення витісняє з трубопровідної системи «по кільцю», тобто через перший підводний технологічний трубопровід 11, підводний з'єднувальний колектор 12 із запірно-регулюючою арматурою 13, другий підводний технологічний

трубопровід 11 і другий блокувальний трубопровід 8, розігртий нафтопродукт, що залишився в них після вантаження, до резервуарної місткості 6, призначеної для зберігання темних нафтопродуктів

Після завершення операції витіснення розігрітого нафтопродукту до резервуарної місткості 6 для зберігання темних нафтопродуктів, проводиться прокачування вищеописаної технологічної системи трубопроводів за допомогою нафтопродукту заміщення. При цьому для запобігання утворення в технологічній системі трубопроводів пробки з легкозастигаючого нафтопродукту, вибирають об'єм нафтопродукту заміщення, що дорівнює об'єму технологічної системи трубопроводів

Вищеописана технологічна схема для реалізації способу, що пропонується, була частково змодельована і перевірена на нафтокомплексі ФПЗНП при вантаженні на морське судно 15 високов'язкої нафти з температурою застигання  $+15^{\circ}\text{C}$ . Вантаження виконувалося у зимовий період року при температурі повітря навколишнього середовища  $+15^{\circ}\text{C}$

При цьому нафта, що знаходилася в берегових блокувальних трубопроводах 8, була застиглою, і відцентровими вантажними насосами 1, що мали продуктивність  $Q = 1250\text{ м}^3/\text{год}$ , на морське судно 15 не вивантажувалась

За рахунок вищеописаного дволинійного з'єднання технологічних трубопроводів для вантаження нафти на морське судно 15, що було відшвартоване до безпричального рейдового пункту «Південний», в береговій камері перемикавання 7 було змодельовати «кільце» для прокачування нафти. За допомогою підключеного до схеми гвинтового насоса 3 продуктивністю  $Q = 375\text{ м}^3/\text{год}$  було почато прокачування нафти спочатку «по кільцю», а потім і до вантажних танків морського судна 15. При цьому запобіжний пристрій від аварійного перевищення тиску не спрацював. Експериментальні дані для вищеописаного дослідження наведено в

таблиці

З таблиці видно, що внаслідок нетривалої роботи гвинтового насоса 3, в технологічній трубопровідній системі були ліквідовані пробки із застиглої нафти. Після цього вантаження нафти на судно 15 продовжувалося за рахунок роботи основних вантажних насосів 1 відцентрового типу

Слід зазначити, що попереднє прокачування нафти «по кільцю» по технологічній системі трубопроводів за рахунок роботи основного вантажного насоса 1 відцентрового типу не відбулося, оскільки в технологічній системі трубопроводів утворилися пробки із застиглої нафти

Перевагами способу перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагон-цистерн на морські судна, є

відсутність операції підігрівання в технологічних трубопроводах, а також використання циркуляцій-рециркуляції нафтопродукту заміщення в блокувальних берегових і підводних технологічних трубопроводах, що дозволяє уникнути створення і складної технологічної системи підігрівання в цих трубопроводах, що дуже дорого коштує,

багаторазовість використання нафтопродукту заміщення в технологічних операціях,

надійність звільнення берегових блокувальних, підводних і внутрішньоплощадкових технологічних трубопроводів, а також насосного обладнання від легкозастигаючої нафти і в'язких нафтопродуктів,

економність, тому що запропонована технологічна схема, що реалізує пропонований спосіб, є найбільш економічною за витратами на її будівництво, а також на експлуатацію

Джерела інформації

1 Черняк И. Л., Мацкин А. Я. Эксплуатация нефтебаз - М. ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы. 1956 - С. 34 - 36

2 Едигаров С. Г., Михайлов В. М., Прохоров А. Д., Юфин В. А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз - М. Недра, 1982 - С. 196 - 199

Таблиця

Порівняльні результати використання насосів різних типів і продуктивності для циркуляційного прокачування нафти і в'язких нафтопродуктів по системі технологічних трубопроводів

Насосне обладнання, що застосовувалось	Нафтопродукт, що перекачується	Об'єм трубопроводів, що прокачуються, $\text{м}^3$	Час прокачування, хв	Тиск на виході з насоса, $\text{кг}/\text{см}^2$	Тиск спрацювання клапана запобіжного пристрою, $\text{кг}/\text{см}^2$
Основний насос (1) відцентрового типу продуктивністю $Q = 1250\text{ м}^3/\text{год}$	нафта з $T_{\text{заст}} = +15^{\circ}\text{C}$	266	15	5	10
Насос прокачування першого струменя гвинтовий (3) продуктивністю $Q = 375\text{ м}^3/\text{год}$	нафта з $T_{\text{заст}} = +15^{\circ}\text{C}$	266	6	7,5	10

