



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52530 (13) A

(51) 6 F24J2/24, F17D1/08, B67D5/04,
B65D88/74МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ РОЗІГРІВАННЯ НАФТИ І В'ЯЗКИХ НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО МАЮТЬ ВИСОКУ ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТИГАННЯ, ПРИ ВИВАНТАЖЕННІ ЇХ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ В РЕЗЕРВУАРНИХ ЄМКОСТЯХ І ПРИ ВАНТАЖЕННІ НА МОРСЬКІ СУДНА

1

2

(21) 2002097123

(22) 02 09 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р

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

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

(57) 1 Спосіб розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх із залізничних вагонів-цистерн під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, який полягає в розігріванні темного нафтопродукту у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, у залізничному вагоні-цистерні за допомогою пари, що подається від котельні для підігрівання пари до залізничного вагона-цистерни за допомогою парової фурми з соплами на її кінці, зливанні розігрітого темного нафтопродукту із залізничного вагона-цистерни через пристрій для нижнього зливання, транспортуванні розігрітого темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах до резервуара для його зберігання, постійному підігріванні темного нафтопродукту в резервуарі для його зберігання за допомогою теплоносія, що подається від котельні для підігрівання темного нафтопродукту, і подальшому транспортуванні підігрітого темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах із резервуара для його зберігання на морські судна через стендерні пристрої, що знаходяться біля краю берега, при цьому транспортування темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах здійснюють завдяки створенню різниці тиску на їх ділянках за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази, який відрізняється тим, що в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази встановлюють резервуар для зберігання розігрітого темного

нафтопродукту, а також герметичні колектори циркуляційного розігрівання і зливання темного нафтопродукту, що знаходиться в залізничному вагоні-цистерні, в котельній для підігрівання пари встановлюють пароперегрівач з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше ніж 250 °С, як котельну для підігрівання темного нафтопродукту, який знаходиться в резервуарі для його зберігання, використовують термомастильну котельну, що працює на термостабільному термальному мастилі, яке є працездатним при температурах, що досягають 280-320 °С, застигає при температурі не більше ніж -12 °С і яке має антиокиснювальні властивості, розігрівання темного нафтопродукту у залізничному вагоні-цистерні здійснюють як одночасне комбіноване розігрівання темного нафтопродукту за допомогою перегрітої пари і за допомогою циркуляції розігрітого за допомогою термального мастила темного нафтопродукту, що має температуру не менше ніж 50 °С, який є подібним до темного нафтопродукту, що розігривається у залізничному вагоні-цистерні, і який подається до нього через пристрій для нижнього зливання, в якому встановлено пристрій для циркуляційного розігрівання у вигляді підомонітора з соплами, виконаного з можливістю переміщення по висоті залізничного вагона-цистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині

2 Спосіб розігрівання по п 1, який відрізняється тим, що як термальне мастило використовують термальне мастило марки АМТ-300Т

3 Спосіб розігрівання по п 1, який відрізняється тим, що як відцентрові насосні агрегати насосної станції використовують три відцентрові насоси, кожен з яких має продуктивність не менше ніж 600 м³/год і забезпечує тиск не менше ніж 60 м

4 Спосіб розігрівання по п 1, який відрізняється тим, що в насосній станції встановлюють заглиблену дренажну ємкість, що має об'єм не менше ніж 100 м³ і виконана з можливістю підігрівання від теплообмінного апарата, по якому циркулює термальне мастило

(13) A

(11) 52530

(19) UA

Винахід відноситься до способів розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, зокрема, при здійсненні перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, і може бути використаний для вантажо-розвантажувальних операцій під час перевалки цих нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн до резервуарних ємкостей для зберігання цих нафтопродуктів з подальшою перевалкою на морські судна, і може знайти застосування на перевалочних, розподільних і приймальних нафтобазах.

Відомий спосіб розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, який застосовується при здійсненні перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна, який полягає в розігріванні у залізничній вагон-цистерні за допомогою пари в'язкого нафтопродукту і його зливанні з неї, транспортуванні розігрітого в'язкого нафтопродукту до резервуара для його зберігання, постійного підігрівання за допомогою пари або електричної енергії в'язкого нафтопродукту в резервуарі для його зберігання і подальшого транспортування підігрітого в'язкого нафтопродукту з резервуара для зберігання в'язкого нафтопродукту по термоізольованих трубопроводах через берегову камеру перемикання, і далі через стендерні пристрої, що розташовані у берегових причальних споруд, на морські судна [1].

Відомий спосіб розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при здійсненні перевалки в'язких нафтопродуктів може бути застосовний тільки при умові використання спеціального обладнання і технологічної системи для постійного підігрівання в'язкого нафтопродукту в трубопроводах, призначених для прийому і транспортування в'язкого нафтопродукту, включаючи систему підігрівання підводних технологічних трубопроводів, що дорого коштує. Це є головним недоліком способу-аналога.

Як прототип вибраний спосіб розігрівання темних нафтопродуктів у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, який застосовується при здійсненні перевалки нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагон-цистерн на морські судна. Цей спосіб полягає в розігріванні темного нафтопродукту у залізничній вагон-цистерні за допомогою гострої пари, що подається до залізничної вагон-цистерни за допомогою парової фурми з соплами на її кінці, і що має температуру до 130°C, зливанні розігрітого темного нафтопродукту з залізничної вагон-цистерни через прилад для нижнього зливання, транспортуванні розігрітого темного нафтопродукту по термоізольованих технологічних трубопроводах, що підігріваються, до резервуара для його зберігання, постійного підігрівання темного нафтопродукту в резервуарі для його зберігання за допомогою пари, що подається від котельні,

або електричної енергії, і подальшому транспортуванні підігрітого темного нафтопродукту по термоізольованих технологічних трубопроводах, що підігріваються, з резервуара для його зберігання на морські судна через стендерні пристрої, що знаходяться біля краю берега.

Крім того, транспортування темного нафтопродукту по лінії технологічних трубопроводів, що підігріваються, здійснюють за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази [2].

Недоліком способу-прототипу є те, що для його використання здійснюється за наявності системи підігрівання комунікаційних технологічних трубопроводів, що пролягають від морського судна до резервуара для зберігання темного нафтопродукту, яка дуже дорого коштує.

В основу винаходу поставлена задача створення універсального і економічного способу підігрівання темного нафтопродукту у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх з залізничних вагон-цистерн, під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, який виключає необхідність підігрівання комунікаційних технологічних трубопроводів, що проходять між залізничною вагон-цистерною, резервуарами для зберігання темного нафтопродукту і морським судном.

Поставлена задача досягається тим, що в способі розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх з залізничних вагон-цистерн, під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, який полягає в розігріванні темного нафтопродукту у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, у залізничній вагон-цистерні за допомогою пари, що подається від котельні для підігрівання пари до залізничної вагон-цистерни за допомогою парової фурми з соплами на її кінці, зливанні розігрітого темного нафтопродукту з залізничної вагон-цистерни через прилад для нижнього зливання, транспортуванні розігрітого темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах до резервуара для його зберігання, постійного підігрівання темного нафтопродукту в резервуарі для його зберігання за допомогою теплоносія, що подається від котельні для підігрівання темного нафтопродукту, і подальшому транспортуванні підігрітого темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах з резервуара для його зберігання на морські судна через стендерні пристрої, що знаходяться біля краю берега, при цьому транспортування темного нафтопродукту по технологічних трубопроводах здійснюють завдяки створенню різниці тиску на їх ділянках за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної

системи перевалочної нафтобази, в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази встановлюють резервуар для зберігання розігрітого темного нафтопродукту, а також герметичні колектори циркуляційного розігрівання і зливання темного нафтопродукту, що знаходиться в залізничній вагон-цистерні, в котельній для підігрівання пари встановлюють пароперегрівач з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше за 250°C , як котельну для підігрівання темного нафтопродукту, який знаходиться в резервуарі для його зберігання, використовують термомасильну котельну, що працює на термостабільному термальному мастилі, яке є працездатним при температурах, що досягають $280-320^{\circ}\text{C}$, застигає при температурі не більше за -12°C і яке володіє антиокислювальними властивостями, розігрівання темного нафтопродукту у залізничній вагон-цистерні здійснюють як одночасне комбіноване розігрівання темного нафтопродукту за допомогою перегрітої пари і за допомогою циркуляції розігрітого за допомогою термального мастила темного нафтопродукту, що має температуру не менше за 50°C , який є подібним до темного нафтопродукту, що розігрівається у залізничній вагон-цистерні, і який подається до неї через прилад для нижнього зливання, в якому встановлено пристрій для циркуляційного розігрівання у вигляді гідромонітора з соплами, виконаного з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині.

Як термальне мастило використовують термальне мастило марки АМТ-300Т.

Як відцентрові насосні агрегати насосної станції використовують три відцентрові насоси, кожен з яких має продуктивність не менше за $800\text{ м}^3/\text{год}$ і забезпечує натиск не менше за 60 м .

В насосній станції встановлюють заглиблену дренажну місткість, що має об'єм не менше за 100 м^3 і яка виконана з можливістю підігрівання від теплообмінного апарату, по якому циркулює термальне мастило.

Перераховані ознаки способу складають суть винаходу.

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

У діючих нафтокомплексах по перевалці темних нафтопродуктів, що мають високі значення температури застигання, із залізничних вагон-цистерн до резервуарних ємкостей для зберігання темних нафтопродуктів і далі на морські судна, застосовуються різні технологічні способи і схеми, відмітними особливостями яких є 1) застосування як теплоносія гострої пари, або теплообмінників, що працюють на водяній парі, при цьому температура теплоносія, як правило, не перевищує 130°C , 2) обов'язкове розігрівання темного нафтопродукту в технологічних трубопроводах, зливо-наливних колекторах, а також у вигрібних траншеях, 3) забезпечення вантаження розігрітого темного нафтопродукту на

морські судна тільки через берегові причальні споруди, і, зокрема, через стендерні пристрої.

Темні нафтопродукти, які використовуються в способі, що пропонується, і деякі сорти нафти мають такі значення температури застигання, що не дозволяють вільно здійснювати з ними технологічні операції по вантаженню-вивантаженню їх до транспортних засобів, перекачуванню їх по трубопровідних технологічних системах і зберіганню в необхідному технологічному стані. До таких нафтопродуктів відносяться мазут різних сортів, вакуумний газойль, нафти з високим змістом парафіну та інші нафтопродукти.

Як правило, температура застигання таких темних нафтопродуктів є вищою за температуру навколишнього середовища, при якій з темними нафтопродуктами здійснюються технологічні операції по транспортуванню і зберіганню. Тому темні нафтопродукти при досягненні значень своєї температури застигання втрачають рухливість, і подальше виконання з їх участю вантажно-розвантажувальних операцій, в тому числі операцій по перекачуванню темних нафтопродуктів по трубопровідних технологічних системах, є неможливим.

Таким чином, для забезпечення проведення технологічних операцій з вказаними темними нафтопродуктами необхідно створити умови, при яких вони набувають необхідної рухливості (тобто текучості). Це досягається в тому випадку, коли температура темного нафтопродукту $T_{\text{нп}}$ буде перевищувати значення температури його застигання $T_{\text{заст}}$, тобто $T_{\text{нп}} > T_{\text{заст}}$. Очевидно, що для того, щоб виконати цю умову, необхідно розігріти темний нафтопродукт до таких значень температури, при яких буде виконуватися умова $T_{\text{нп}} > T_{\text{заст}}$. У способі, що заявляється, виконання цієї умови досягається за допомогою застосування різних технологічних операцій, а також відповідного технологічного обладнання.

Застосування комбінованого способу розігрівання темного нафтопродукту в залізничних вагон-цистернах дозволяє здійснювати розігрівання нафтопродукту відразу у всьому об'ємі залізничної вагон-цистерни.

Дійсно, парова фурма забезпечує розігрівання темного нафтопродукту в торцевих зонах залізничної вагон-цистерни. А інший елемент системи циркуляційного розігрівання, що призначена для здійснення розігрівання темним підігрітим нафтопродуктом, ідентичним до темного нафтопродукту, який розігрівається в залізничній вагон-цистерні, а саме гідромонітор з соплами, виконаний з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни, а також реверсивного обертання в горизонтальній площині для забезпечення розігрівання темного нафтопродукту в центральній частині залізничної вагон-цистерни.

Для функціонування вищезгаданої реалізації системи циркуляційного розігрівання, згідно з розробленим способом, в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази встановлюють резервуар для зберігання розігрітого темного нафтопродукту, а також колектори циркуляційного розігрівання

темного нафтопродукту для його циркуляції в залізничний вагон-цистерну

Крім того, в котельній для підігрівання пари встановлюють пароперегрівач з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше за 250°C

Спосіб розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, зокрема, у залізничних вагон-цистернах, що пропонується, заснований на врахуванні природних властивостей нафти і в'язких нафтопродуктів, а також їх властивостей і умов транспортування в залізничних вагон-цистернах в період, який характеризується низькими температурами навколишнього середовища (повітря)

Як відомо, нафти і в'язкі нафтопродукти - складні речовини, які являють собою суміші різних вуглеводневих фракцій з різноманітними фізичними властивостями. До таких властивостей відносяться густина, внутрішнє тертя, теплове розширення, теплоємність, температура кипіння, температура застигання і т.п. Ці властивості змінюються в залежності від температури нафтопродукту, однак для різних фізичних властивостей нафтопродукту швидкість цих змін є різною

Передусім, зниження температури навколишнього середовища приводить до більш щільного упакування молекул в одиниці об'єму, а також до селективного утворення зародків (центрів кристалізації) для компонент нафти/в'язких нафтопродуктів з високою температурою застигання

По мірі подальшого зниження температури навколо центрів кристалізації зростають об'єми компонент, що кристалізуються, які поступово опускаються на дно (внаслідок дії гравітаційного поля) і утворюють тверді відкладення

Спосіб розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів у залізничних вагон-цистернах, що пропонується, заснований на врахуванні природних властивостей нафти і в'язких нафтопродуктів, а також їх властивостей і умов транспортування в залізничних вагон-цистернах в період, який характеризується низькими температурами навколишнього середовища (повітря)

Таким чином, в умовах низьких температур протягом досить тривалого періоду часу, який є співрозмірним з часом транспортування нафтопродуктів, в вагон-цистернах відбувається фазове розшарування важких вуглеводнів. Внаслідок цього процесу важкі вуглеводні в основній своїй масі набувають більш низької температури застигання за рахунок осідання відповідних фракцій

Врахування цих чинників і механізмів зумовлює використання даного способу розігрівання у залізничних вагон-цистернах нафти і в'язких нафтопродуктів. Спосіб, що пропонується, заснований на використанні автономної подачі теплоносія з декількох (не менш, ніж в двох) боків з контролем режимів його подачі. Таким чином, заявлений спосіб комбінованого розігрівання в'язких нафтопродуктів передбачає

застосування комбінованого нагрівання

нафтопродуктів у вагон-цистернах з подальшим і (або) одночасним зливанням нафтопродуктів в місткості для їх зберігання через нижній зливний пристрій

При цьому на першому етапі одночасно подається кількість теплоносія, що контролюється, через занурювальний нагрівач (парову фурму) спеціальної конструкції, а також через сопла підромонтора, виконаного з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, для переведення важких вуглеводнів із застиглого (студеноподібного) стану в рідкотекучий стан, після чого проводиться часткове зливання розігрітої нафти/в'язкого нафтопродукту

Після цього подача пари на фурму і подача розігрітого продукту на підромонитор відключається, і продовжується зливання нафти і в'язких нафтопродуктів за допомогою системи відкачування

Теплоносієм, що подається далі, викликає у ванні з розігрітою нафтою/в'язким нафтопродуктом, що знаходяться у залізничній вагон-цистерні, як тепловий, так і гідродинамічний удар, який необхідний для переведення в рідкотекучий стан залишків важких вуглеводнів. При цьому кількість тепла, що підводиться у ванну, тобто кількість теплоносія, що подається через сопла підромонтора і через сопла занурювального нагрівача, визначається на основі вимірювань об'єму (товщини) розігрітого продукту, а також температур застигання осаджених фракцій і розігрітих нафтопродуктів

У напрямі, де товщина продукту, що розігрівається, є більшою, на нього впливає більша кількість струменів, що виходять як з сопел паронагрівача, так і з сопел підромонтора. Тобто кількість теплоносія, що подається з сопел паронагрівача і підромонтора в різних напрямках, пропорційна масі (об'єму), або товщині продукту, що розігрівається, і який знаходиться у вагон-цистерні. Внаслідок цього в горизонтальній площині осевого перетину вагон-цистерни створюється рівномірний розподіл щільності теплових струменів по всьому перетину вагон-цистерни

Спосіб також передбачає нагрівання певної кількості продукту, який відразу зливається, а на його місце поступає холодний продукт. Таким чином, тепло не встигає передатися стінкам вагон-цистерни, а розділяючий продукт між нагрівачами (паронагрівачем і підромонитором) і стінками вагон-цистерни є ізолюючим середовищем. Тому спосіб забезпечує високий коефіцієнт корисної дії нагрівання і зливання в'язких продуктів

Таким чином, новизна запропонованого способу розігрівання і подальшого зливання в'язких нафтопродуктів полягає в спільному (комбінованому) розігріванні нафти і в'язких нафтопродуктів по об'єму вагон-цистерни

Наступна група відмітних ознак способу стосується здійснення підігрівання темного нафтопродукту при його зберіганні, підігрівання дренажної місткості, що

встановлюється в насосній станції, а також

підігрівання темного нафтопродукту, призначеного для циркуляції, за допомогою використання як теплоносія термостабільного термального мастила

В останній час в якості теплоносія почали поступово застосовувати різні термальні мастила, або мастила-теплоносії. Основними вимогами, що висуваються до таких термальних мастил, є висока робоча температура, термостабільність, висока температура samozapalennia, низька температура застигання, добрі антиокислювальні властивості.

Як було нами встановлено, теплообмін між термальним мастилом і темним нафтопродуктом, що розігрівається, а також між паром і темним нафтопродуктом, що розігрівається, практично не відрізняються по своїй ефективності, за винятком випадку використання тепла пари, що конденсується при застосуванні пари як теплоносія.

Термомасила - це високотемпературні нетоксичні нафтові масла-теплоносії, які відрізняються високою термічною стабільністю і температурою samozapalennia. Високотемпературні нафтові мастила-теплоносії, які є працездатними при температурах, що досягають 280-320 °C, являють собою продукти глибокої переробки нафти, в яких за рахунок технологічних процесів досягається високий зміст ароматичних вуглеводнів.

Так, в способі, що пропонується, може бути застосовано термомасило марки AMT-300T (ТУ 38 1011023-85), яке виробляється на основі екстракту важкого газойля каталітичного крекінга з подальшою селективною депарафінізацією і доочищенням. Це мастило звичайно застосовується в закритих системах обігрівання, які обладнані пристроєм для видалення продуктів розкладання, що легко випаровуються, і які можуть утворюватися при тривалій роботі теплоносія.

Як правило, термомасила мають густину при 20°C не менше за 995 кг/м³, і кінематичну в'язкість при 100°C не більше за 5,3 мм²/с. Гранично припустима температура цих термомасил при їх інтенсивній примусовій циркуляції в умовах тривалої експлуатації досягає до 300-320°C.

Внаслідок численних експериментальних досліджень, проведених з різними термальними мастилами, авторами винаходу було встановлено, що найбільш ефективним є використання наступних марок термальних мастил для розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що застигають, а саме AMT-300 (ТУ 38 101537-75), AMT-300T (ТУ 38 1011023-85), Teboil Termo Oil (клас ISO VG 15, 32, 100) [3]. Деякі властивості досліджених термальних мастил наведено в таблиці 1.

Таким чином, вказані в таблиці високотемпературні нафтові мастила-теплоносії є працездатними при температурах, що досягають 280-320°C, відрізняються досить високою термічною стабільністю, мають високу температуру samozapalennia і низьку температуру застигання (-12÷-42°C). Крім того, ці мастила володіють хорошими антиокислювальними

властивостями.

Таблиця 1

Деякі властивості досліджених термальних мастил

марка термального мастила	максимальна робоча температура, °C	температура застигання, °C
AMT-300 (ТУ 38101537-75)	280÷300	-30
AMT-300T (ТУ 38101 1023-85)	280÷300	-23
(клас ISO VG 15, 32, 100)	200÷320	-12÷-42

У свою чергу, вибір термального мастила як теплоносія в способі, що пропонується, обумовлює те, що як котельню для підігрівання темного нафтопродукту, який знаходиться в резервуарі для його зберігання, використовують термомасильну котельню, тобто котельню, що працює на термальному мастилі.

При цьому встановлено, що для забезпечення ефективною перевалки широкого спектра сортів нафти і високов'язких нафтопродуктів при мінімальній кількості насосного обладнання із здійсненням його ефективного об'язування, що використовується, на систему технологічних трубопроводів, у даному способі доцільним є наступний вибір характеристик і кількості насосних агрегатів. Як відцентрові насосні агрегати насосної станції використовують три відцентрові насоси, кожен з яких має продуктивність не менше за 600 м³/год і забезпечує натиск не менше за 60 м.

Для забезпечення розігрівання і зливання із залізничних вагон-цистерн високов'язких і легко застигаючих темних нафтопродуктів типу мазуту і нафт, а також для забезпечення їх зберігання в резервуарних ємкостях і подальшого вантаження на морські судна, пропонується наступна технологічна схема підігрівання мазуту і нафт на всіх етапах операційної діяльності з ними, і за допомогою якої реалізовується спосіб, що пропонується.

Ця схема складається з наступних елементів: 1) термомасильної котельні для забезпечення розігрівання темного нафтопродукту (мазуту) в резервуарних ємкостях, 2) резервуара із запасом розігрітого темного нафтопродукту (мазуту) для забезпечення циркуляційного розігрівання темного нафтопродукту (мазуту) в залізничних вагон-цистернах, 3) котельня з високотемпературним пароперегрівачем для забезпечення роботи парових фурм, 4) парові фурми, що подаються в залізничну вагон-цистерну через її верхню горловину, і які забезпечують розігрівання темного нафтопродукту (мазуту), що знаходиться в залізничній вагон-цистерні, за допомогою подачі перегрітої пари, 5) приладів нижнього зливання розігрітого темного нафтопродукту (мазуту) із залізничних вагон-цистерн з системою циркуляційної подачі розігрітого темного нафтопродукту (мазуту), 6) циркуляційні колектори для подачі розігрітого темного нафтопродукту (мазуту) через прилади нижнього зливання у вагон-цистернах, в яких встановлені

гідромонітори, 7) технологічні насоси, що забезпечують подачу розігрітого темного нафтопродукту (мазуту) в циркуляційні колектори, 8) технологічні трубопроводи, запірні арматури і допоміжне обладнання

На фіг 1 і фіг 2 показані схеми, за допомогою яких реалізується розроблений спосіб підігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх з залізничних вагон-цистерн, під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, де на фіг 1 показана схема розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх з залізничних вагон-цистерн, а на фіг 2 показана принципова технологічна схема реалізації розробленого способу

На фіг 1 і на фіг 2 прийняті наступні позначення: 1 - залізнична вагон-цистерна з темними нафтопродуктами (у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів), 2 - горловина залізничної вагон-цистерни з темними нафтопродуктами, 3 - парова фурма з соплами 4, 5 - колектори подачі перегрітої пари (2шт), 6 - колектори циркуляційного розігрівання темного нафтопродукту в залізничній вагон-цистерні (2шт), 7 - колектори нижнього зливу розігрітих темних нафтопродуктів із залізничної вагон-цистерни (2шт), 8 - прилади нижнього зливання з пристроями циркуляційного розігрівання, 9 - пристрої вприскування розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту у вигляді гідромоніторів, виконаних з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, 10 - вантажна залізнична естакада, 11 - циркуляційна насосна в складі циркуляційних насосів 12 (3шт), кожен з яких забезпечує продуктивність Q не менше за $600\text{ м}^3/\text{год}$ і натиск H не менше за 60м

Технологічний блок насосно-трубопровідної системи нафтобази містить також заглиблену дренажну місткість 13, що має об'єм не менше за 100 м^3 , і яка встановлена у насосній станції темних нафтопродуктів. Дренажна місткість 13 призначена для збирання витоків нафтопродукту, які відбуваються скрізь сальникові ущільнення насосного обладнання, з трьох відцентрових насосів 12. Дренажна місткість 13 обладнана системою підігрівання нафтопродукту, що знаходиться в ній, і занурювальним зачисним насосом (на фіг 1 і 2 не показано), призначеним для відкачування нафти і в'язких нафтопродуктів, що зливаються з напірного трубопровода, з дренажної місткості 13 до резервуара для зберігання темних нафтопродуктів

Інші позначення, прийняті на фіг 1 і фіг 2, є такими: 14 - термомасильна котельня, 15 - котельня для підігрівання пари, 16 - пароперегрівач, що генерує перегріту пару з температурою T не менше за 250°C , 17 - насосна темних сортів нафти і в'язких нафтопродуктів (далі - насосна темних нафтопродуктів), 18 - резервуар для зберігання розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту, 19 - резервуар для зберігання товарних темних нафтопродуктів, 20 - резервуарний підігрівач темних нафтопродуктів,

21 - внутрішньоплощадковий технологічний трубопровід, 22 - береговий блокувальний технологічний трубопровід

Спосіб реалізується за допомогою схем, показаних на фіг 1 і на фіг 2 таким чином

Залізничні вагон-цистерни 1 з темними нафтопродуктами встановлюються на робочі місця вантажної залізничної естакади 10. Для забезпечення роботи парових фурм 4 водяна пара генерується в паровій котельній 15, і потім подається на пароперегрівач 16. На пароперегрівачі 16 пара перегрівается до температури, що складає не менше за 250°C , після чого перегріта пара подається по технологічних трубопроводах до колекторів подачі перегрітої пари 5, що розміщуються в технологічному блоці вантажної залізничної естакади 10.

Після цього через верхню горловину 2 в залізничну вагон-цистерну 1 опускається парова фурма 3 з соплами 4, в яку з парового колектора подачі перегрітої пари 5 подається перегріта до температури 250°C водяна пара. Надійна робота парової фурми забезпечується при тиску пари в паровому колекторі 5, що складає не менше за 3 кг/см^2 .

Крім того, одночасно з опусканням парової фурми 4 в залізничну вагон-цистерну 1, до її нижнього зливного стакану приєднується прилад нижнього зливання 8 з пристроєм циркуляційного розігрівання і пристроєм для вприскування розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту у вигляді гідромонітора 9 з соплами (на фіг 1 сопла гідромонітора 9 не позначено), виконаних з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни 1 і реверсивного обертання в горизонтальній площині.

Через гідромонітори 9 з колектора циркуляційного розігрівання 6 в залізничну вагон-цистерну 1 з резервуара для зберігання розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту 18 подається темний нафтопродукт, заздалегідь розігрітий за допомогою термомасила до температури $50-90^\circ\text{C}$.

Потрібно зазначити, що в способі, що пропонується, розігрівання темного нафтопродукту, що знаходиться в резервуарних ємкостях для зберігання темного нафтопродукту 19, в резервуарній ємкості для зберігання циркуляційного темного нафтопродукту 18 а також у дренажній ємкості 13, забезпечується за допомогою високоефективної технологічної системи розігрівання, що працює на термомасилі.

Таким чином, в залізничній вагон-цистерні 1 здійснюється одночасне комбіноване розігрівання нафтопродукту шляхом застосування парової фурми 3 з соплами 4 і гідромонітора 9 з соплами. За рахунок формування на виході з парових сопел 4 фурми 3 пружних струменів, забезпечується надійне розігрівання темного нафтопродукту в торцях залізничної вагон-цистерни 1, а за рахунок формування на виході з сопел гідромонітора 9 і розпилення розігрітого темного нафтопродукту у вигляді пружних паро-рідинних струменів забезпечують розігрівання нафтопродукту в центральній частині залізничної вагон-цистерни.

Вказана технологічна система розігрівання включає в себе автоматичну термомасильну котельню 14, технологічну схему подачі теплоносія (термомастила) на теплообмінні пристрої споживачів у вигляді резервуарних підігрівачів темних нафтопродуктів 20

У способі, що пропонується, внутрішньошлядкові технологічні трубопроводи 21, берегові блокувальні трубопроводи 22, а також підводні технологічні трубопроводи (на фіг. 1 і на фіг. 2 не показано) не обладнані системою розігрівання темного нафтопродукту, що знаходиться в них, на відміну від відомих способів

Таким чином, застосування комбінованого способу розігрівання темного нафтопродукту, що пропонується, в залізничних вагон-цистернах дозволяє здійснювати розігрівання нафтопродукту відразу у всьому об'ємі залізничної вагон-цистерни. При цьому парова фура забезпечує розігрівання темного нафтопродукту в торцевих зонах залізничної вагон-цистерни. А інший елемент розігрівання, а саме підромонитор з соплами, що виконаний з можливістю переміщення по висоті залізничної вагон-цистерни, а також реверсивного обертання в горизонтальній площині, забезпечує розігрівання темного нафтопродукту в центральній частині залізничної вагон-цистерни

Результати експериментів по застосуванню комбінованого способу розігрівання легко застигаючого темного нафтопродукту в залізничній вагон-цистерні приведені в таблиці 2

Розроблений спосіб підігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх із залізничних вагон-цистерн, під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, має наступні переваги

- застосування розробленого комбінованого високоефективного способу розігрівання темних нафтопродуктів залізничних вагон-цистерн дозволяє значно (в 2-3 рази) скоротити час на проведення розвантажувальних операцій,

- застосування для розігрівання темних нафтопродуктів в залізничних вагон-цистернах перегрітих пари з температурою, що перевищує 250°C, і яка доставляється до темного нафтопродукту за допомогою парових фурм, дозволяє зберегти якість кінцевого темного нафтопродукту і не допустити його обводнення,

- застосування в технологічній системі розігрівання темних нафтопродуктів в резервуарних ємкостях для зберігання темних нафтопродуктів термомастила як теплоносія дозволяє ефективніше використовувати тепло, поліпшити економічні показники роботи системи розігрівання, значно збільшити термін служби технологічної системи, а також отримувати більшу, ніж при стандартному розігріванні, температуру теплоносія, це, в свою чергу, дозволяє отримувати

більшу температуру розігрівання темних нафтопродуктів в резервуарах для їх зберігання, при цьому система розігрівання темних нафтопродуктів в резервуарах для їх зберігання є замкненою системою з багаторазовим використанням теплоносія,

- використання темних нафтопродуктів як теплоносія в схемі циркуляційного розігрівання темних нафтопродуктів, що знаходяться в залізничній вагон-цистерні, дозволяє зменшити витрати тепла на їх розігрівання,

- застосування розробленого способу дозволяє відмовитися від розігрівання темних нафтопродуктів, що знаходяться всередині блокувальних і внутрішньошлядкових трубопроводів, оскільки після закінчення технологічної операції вказані трубопроводи звільняються від темних нафтопродуктів шляхом роботи насосних агрегатів,

- відповідає необхідність в здійсненні теплоізоляції блокувальних і підводних технологічних трубопроводів, що значно здешевлює загальну вартість проекту,

- застосування закритих герметичних колекторів зливання розігрітих темних нафтопродуктів, що експлуатуються без системи підігрівання і теплоізоляції, значно здешевлює вартість проекту і істотно поліпшує екологічні показники реалізації способу

Технічне рішення по використанню котельної, що працює на термомасилі, для підігрівання темних нафтопродуктів в залізничних вагон-цистернах і резервуарних ємкостях для зберігання темних нафтопродуктів, є ефективним і надійним засобом при експлуатації системи розігрівання внаслідок наступних чинників

- повна автоматизація при отриманні і розподілі теплоносія, що дозволяє забезпечити роботу по підігріванню темних нафтопродуктів без участі обслуговуючого персоналу,

- обладнання і підігрівачі, що працюють на термомасилі, не руйнуються від корозії, тому вони є довговічними, внаслідок цього не відбувається забруднення термомастила темними нафтопродуктами,

- високі температурні показники теплоносія (термомастила) дозволяють зменшити габарити теплообмінних апаратів, що працюють на термомасилі, внаслідок зменшення їх поверхні при забезпеченні необхідних експлуатаційних характеристик процесу теплообміну,

- а мобільність системи розігрівання термальним масилом (система "виводиться" на потрібний тепловий режим протягом 1 години)

Таблиця 2 Результати застосування способу комбінованого розігрівання легкозастигаючого темного нафтопродукту в залізничній вагон-цистерні

Нафтопродукт	Початкова температура нафтопродукту	Температура застигання нафтопродукту	Температура продукту після розігрівання	Час розігрівання, год/хв			Вміст рідини в кінцевому нафтопродукті, %		
				застосування паропідігрівання відкритим способом з температурою пари 110-130°C	застосування парової фурми з перегрітою парою з температурою 250°C	застосування парової фурми з перегрітою парою з температурою 250°C і гідромонітора з температурою темного нафтопродукту 50°C	застосування паропідігрівання відкритим способом з температурою пари 110-130°C	застосування парової фурми з перегрітою парою з температурою 250°C	застосування парової фурми з перегрітою парою з температурою 250°C і гідромонітора з температурою темного нафтопродукту 50°C
нафта (1 вагонцистерна)	-5°C	+15°C	+34°C	2год 20хв	0год 32хв	не застосовувався	3,1%	0,6%	0,39%
мазут (1 вагонцистерна)	+4°C	+28°C	+36°C	6год 26хв	2год 56хв	2год 12хв	6,0%	1,9%	1,26%

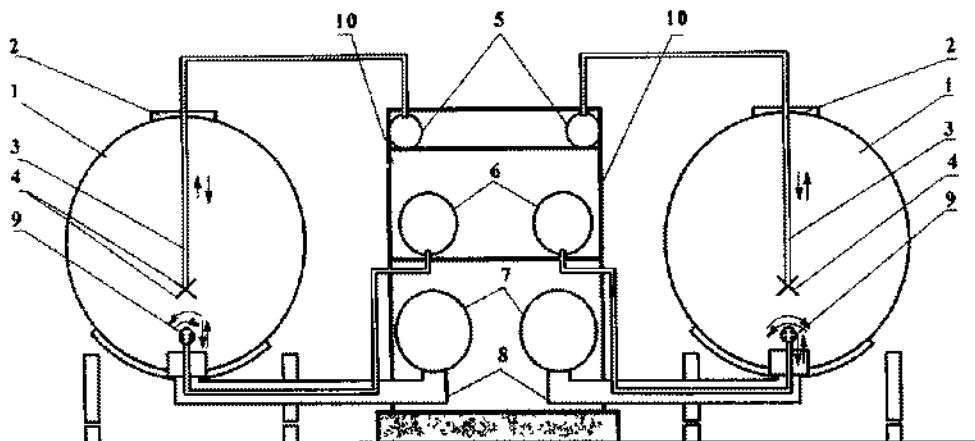
Джерела інформації

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

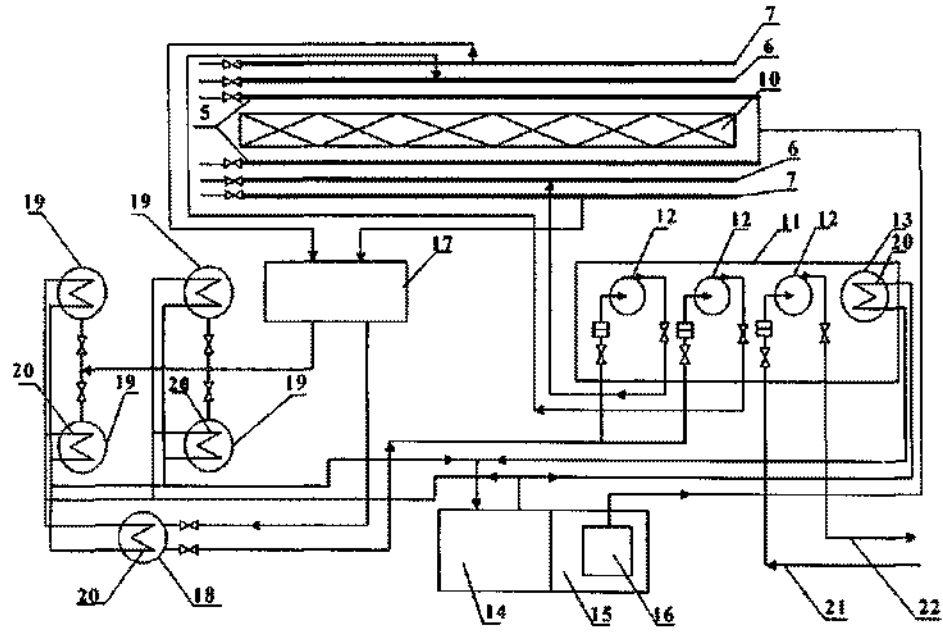
2 Едигаров С.Г., Михайлов В.М., Прохоров А.Д., Юфин В.А. Проектирование и эксплуатация

нефтебаз М. Недра, 1982 - С 196-199

3 Термальное масло АМТ-300Т (ТУ 38 1011023-85)/В кн Топлива, смазочные материалы, технические жидкости Под ред Школьников В.М. - М. Химия, 1989 - С 402-404



Фиг. 1



Фиг. 2