



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52554 (13) A

(51) B 67D5/04, B65D88/74

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПЕРЕВАЛОЧНИЙ НАФТОКОМПЛЕКС

1

2

(21) 2002108088

(22) 11 10 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Бартенєв Олександр Володимирович, Клявлін Валерій Володимирович, Уніговський Леонід Михайлович, Хімченко Іван Сергійович

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

(57) 1 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс, що призначений для реверсивного вивантаження-вантаження з залізничних вагонів-цистерн сирої нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна, який містить двосторонню комбіновану вантажну залізничну естакаду відкритого типу, резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, комплексну насосну станцію, що входить до складу технологічного блока трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, при цьому двостороння комбінована вантажна залізнична естакада відкритого типу виконана з фундаментних плит і встановлених на них опорних колон, сполучених між собою з утворенням настилу, на якому розміщений робочий майданчик для обслуговуючого персоналу, і містить технологічну систему прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, систему зливних колекторів, що сполучені з приладом для нижнього зливання, який знаходиться в зоні зливного отвору залізничного вагона-цистерни, технологічну систему розігрівання нафти і темних нафтопродуктів у залізничному вагоні-цистерні у складі котельні для підігрівання пари, внутрішньоплощадкових трубопроводів подачі пари, парового колектора і парової фурми з соплами, технологічну систему пожежогасіння, автоматизовану систему управління зливо-наливними операціями, перекидний місток і дренажні пристрої, причому технологічна система прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн містить колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів і прилад нижнього зливання, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в

залізничних вагонах-цистернах містить колектор подачі пари, парову фурму і кран-укосину, що обладнаний системою протипаг, а технологічна система пожежогасіння містить колектор подачі води, комплексна насосна станція містить насоси, які забезпечують вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю їх підігрівання, насоси, що забезпечують доставку розігрітих нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, насоси, що забезпечують вантаження розігрітих нафти і темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів як до залізничних вагонів-цистерн, так і на морські судна по технологічній лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, до складу якої входять береговий блокувальний трубопровід, підводний технологічний трубопровід і підводна гнучка шлангова система, систему внутрішньоплощадкових технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, а також закріплюючу арматуру, який відрізняється тим, що опорні колони двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естакади сполучені між собою за допомогою поздовжніх балок, на які встановлений ґратчастий настил, технологічна система прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн містить прилад верхнього зливання темних нафтопродуктів, який сполучений з двома колекторами верхнього зливання темних нафтопродуктів і колектором верхнього зливання нафти, а також два прилади нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, кожен з яких обладнаний гідромонітором циркуляційного розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничному вагоні-цистерні, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничних вагонах-цистернах містить колектор циркуляційного розігрівання нафти і темних нафтопродуктів, який сполучений з гідромонітором, технологічна система пожежогасіння містить колектор подачі пни,

(13) A

(11) 52554

(19) UA

який сполучений з піногенератором, і технологічну систему уловлювання легких фракцій з колектором, а перекидний місток виконаний як перехідний гідравлічний складаний трап, що самовстановлюється, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів у залізничному вагоні-цистерні містить термомасильну котельню, підігрівач термального мастила, що встановлений у термомасильній котельні, внутрішньоплощадкові трубопроводи циркуляції термального мастила, пароперегрівач, що встановлений у котельні для підігрівання пари і який виконаний з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше ніж 250°C, а також пристрої вприскування розігрітої циркуляційної нафти і темного нафтопродукту як підмонітори, виконані з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничного вагона-цистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, технологічний блок насосно-трубопровідної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу містить резервуарну ємкість зберігання нафти і темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, що виконана з можливістю підігрівання, два герметичних колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, не менше двох циркуляційних насосів циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту, заглиблену дренажну ємкість, внутрішньоплощадкові трубопроводи підводу дренажної ємкості, резервуарну ємкість з нафтопродуктом заміщення, циркуляційний насос прокачування нафтопродукту заміщення, внутрішньоплощадкові трубопроводи циркуляції нафтопродукту заміщення, а також другу технологічну лінію вантаження нафти і темних нафтопродуктів, що встановлена паралельно першій технологічній лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, система внутрішньоплощадкових технологічних трубопроводів включає в себе всмоктуючі внутрішньоплощадкові трубопроводи, напірні внутрішньоплощадкові трубопроводи насосних агрегатів, транспортні внутрішньоплощадкові трубопроводи насосних агрегатів, внутрішньоплощадкові трубопроводи підводу насосних агрегатів, зачисні внутрішньоплощадкові трубопроводи, а також внутрішньоплощадкові трубопроводи циркуляційного розігрівання, система зливних колекторів нафти і темних нафтопродуктів виконана з можливістю здійснення зливання-наповнення і включає в себе два герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів і два герметичні колектори нижнього зливання нафти, що підключені до приладів нижнього зливання, а також два герметичні колектори верхнього зливання темних нафтопродуктів і герметичний колектор верхнього зливання нафти, до яких підключені прилади верхнього зливання, комплексна насосна станція включає в себе насосну установку темних продуктів, циркуляційну насосну установку розігрітих темних нафтопродуктів і насосну установку сирої нафти, при цьому насосна темних продуктів містить два циркуляційних насоси подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно, циркуляційний резервний насос

вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, чотири циркуляційних насоси вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, а також циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, причому кожний циркуляційний насос подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно технологічно об'язаний на відповідну технологічну лінію вантаження нафти і темних нафтопродуктів, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язаний на герметичний колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів, а також на резервуарну ємкість накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів за допомогою напірних внутрішньоплощадкових трубопроводів насосних агрегатів і транспортних внутрішньоплощадкових трубопроводів, кожна пара циркуляційних насосів вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язана на правий і лівий герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язаний на обидві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, а також на герметичний колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів, циркуляційна насосна розігрітих темних нафтопродуктів містить поршневі насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагонів-цистерн, а також два гвинтових зачисних насоси, причому поршневий насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язаний на колектор верхнього зливання темних нафтопродуктів, а також на систему внутрішньоплощадкових трубопроводів, кожний гвинтовий зачисний насос технологічно об'язаний на систему внутрішньоплощадкових трубопроводів, а також на герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів, верхнього зливання темних нафтопродуктів і циркуляційного розігрівання темних нафтопродуктів, при цьому кожний циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту технологічно об'язаний за допомогою внутрішньоплощадкових трубопроводів циркуляційного розігрівання на відповідний герметичний колектор циркуляційного розігрівання, заглиблена дренажна ємкість встановлена між насосною установкою темних нафтопродуктів і циркуляційною насосною установкою розігрітих темних нафтопродуктів, обладнана занурювальним зачисним насосом, а також резервуарним підігрівачем темних нафтопродуктів, що знаходяться в ній, і технологічно об'язана за допомогою внутрішньоплощадкових трубопроводів підводу дренажної ємкості на насоси, що знаходяться у насосній установці темних нафтопродуктів і у циркуляційній насосній установці розігрітих темних нафтопродуктів, на циркуляційні насоси циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту і прокачування нафтопродукту

заміщення, а також на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, резервуарна ємкість з нафтопродуктом заміщення технологічно обв'язана на циркуляційний насос прокачування нафтопродукту заміщення, а також за допомогою внутрішньоплощадкових трубопроводів циркуляції продукту заміщення на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів та на дві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, насосна установка сирової нафти містить три циркуляційні насоси перекачування нафти, а також гвинтовий зачисний насос, що технологічно обв'язані за допомогою внутрішньоплощадкових технологічних трубопроводів насосної установки сирової нафти на герметичні колектори нижнього зливання нафти, колектор верхнього зливання нафти, на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів та на дві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, при цьому в резервуарних ємкостях накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, ємкості зберігання циркуляційної нафти і темного нафтопродукту і у дренажній ємкості розміщені резервуарні підігрівачі нафти і темних нафтопродуктів у вигляді теплообмінників, виконаних з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила, колектори нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, колектори циркуляційного розігрівання, колектори верхнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, колектор подачі палива, колектор подачі води, колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій, а також колектор подачі пари розміщені між опорними колонами двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естади, причому колектори нижнього зливання нафти і колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів розташовані в заглибленому закритому тунелі, технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу у вигляді системи зливних колекторів і системи внутрішньоплощадкових технологічних трубопроводів виконані герметичними, замкненими і розділеними запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки, а трубопровідно-насосна система багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу виконана з можливістю багаторазового забезпечення реверсивності вивантаження-вантаження з залізничних вагонів-цистерн нафти і темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна

2 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що підігрівач термального мастила, що встановлений у термомастильний котельні, виконаний як електронагрівальний теплообмінник або теплообмінник, що виконаний з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила

3 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що діаметр транспортних внутрішньоплощадкових трубопроводів і внутрішньоплощадкових

трубопроводів підведення насосних агрегатів складає не менше за 1000 мм, а діаметр напірних внутрішньоплощадкових трубопроводів насосних агрегатів складає не менше за 700 мм

4 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що діаметр герметичних колекторів нижнього зливання темних нафтопродуктів складає не менше за 1200 мм, а діаметр герметичного колектора циркуляційного розігрівання складає не менше за 400 мм

5 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що герметичні колектори нижнього зливання нафти і нижнього зливання темних нафтопродуктів встановлені таким чином, що їх верхня точка не перевищує відмітки нижнього зливного стакана залізничного вагона-цистерни, а герметичний колектор циркуляційного розігрівання встановлений над герметичними колекторами нижнього зливання

6 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що кожний циркуляційний насос, що входить до складу насосної установки сирової нафти і насосної установки темних нафтопродуктів, має продуктивність не менше за 1250 м³/год і висоту всмоктування не менше за 50 м

7 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що кожний гвинтовий насос, що входить до складу насосної сирової нафти і насосної розігрітих темних нафтопродуктів, має продуктивність не менше за 800 м³/год

8 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що заглиблена дренажна ємкість має об'єм, що становить не менше за 100м³

9 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що прилад верхнього зливання нафти і темних нафтопродуктів виконаний з можливістю повороту як в горизонтальній, так і у вертикальній площині, причому величина кута повороту в горизонтальній площині складає від 0 до 180°, а величина кута повороту у вертикальній площині складає від 0 до 30° нижче за лінію горизонту і від 0 до 60° вище за лінію горизонту

10 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що на робочому майданчику для обслуговуючого персоналу міститься до тридцяти двосторонніх робочих місць

11 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що кожний колектор нижнього зливання нафти і нижнього зливання темних нафтопродуктів обладнаний повзгрієм запобіжним компенсатором

12 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що колектор перегрітої пари обладнаний конденса-товідвідним пристроєм

13 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п 1, який відрізняється тим, що колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій обладнаний перешкоджувачем вогню

14 Багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс за п. 1, який відрізняється тим, що колектори подачі пари, циркуляційного розігрівання,

верхнього зливання нафти і верхнього зливання темних нафтопродуктів розміщені в блоці термоізоляції

Винахід відноситься до будівництва і експлуатації екологічно безпечних багатофункціональних перевалочних нафтокомплексів, призначених для здійснення операційної діяльності по багаторазовому реверсивному вивантаженню-вантаженню з залізничних вагоноцистерн як нафти, так і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна, і може бути використаний для як при проектуванні багатофункціональних перевалочних нафтокомплексів, так і для проведення вантажно-розвантажувальних операцій під час перевалки товарних нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей для зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів з подальшою перевалкою на морські судна, і може знайти застосування на перевалочних, розподільних і приймальних нафтобазах

Відомий нафтокомплекс, що виконаний у вигляді перевалочної нафтобази, і який призначений для здійснення операційної діяльності по вивантаженню або вантаженню з залізничних вагоноцистерн темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна. Цей нафтокомплекс містить систему розігрівання темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні у складі котельні для підігрівання пари, внутрішньоплощадочних трубопроводів подачі пари, парового колектора і парової фурми з соплами, систему зливних колекторів двосторонньої вантажної залізничної естакади, що сполучені з приладом для нижнього зливання, який знаходиться в зоні зливного отвору залізничної вагоноцистерни, резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів, що виконані з можливістю підігрівання, комплексну насосну станцію, що входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази, технологічну лінію вантаження темних нафтопродуктів, систему внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи, а також запірно-регулюючу арматуру [1]

У цьому нафтокомплексі перевалка темних нафтопродуктів здійснюється шляхом розігрівання у залізничній вагоноцистерні за допомогою пари в'язкого нафтопродукту і його зливання з неї, транспортування розігрітого в'язкого нафтопродукту до резервуара для його зберігання, постійного підігрівання за допомогою пари або електричної енергії в'язкого нафтопродукту, що знаходиться в резервуарі для його зберігання, і подальшого транспортування підігрітого в'язкого нафтопродукту з резервуара для його зберігання по термоізованих трубопроводах через берегову камеру перемикання, і далі через стендерні пристрої, що

розташовані у берегових причальних споруд, на морські судна

Експлуатація відомого нафтокомплексу по перевалці темних нафтопродуктів у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, може бути здійснена тільки за умови використання спеціального обладнання і технологічної системи, призначеної для постійного підігрівання в'язкого нафтопродукту в трубопроводах, які використовуються для прийому і транспортування в'язкого нафтопродукту, включаючи систему підігрівання підводних технологічних трубопроводів, що дорого коштує. Це є головним недоліком нафтокомплексу - аналога

Як прототип вибраний нафтокомплекс, що виконаний у вигляді перевалочної нафтобази, і який призначений для здійснення операційної діяльності по вивантаженню-вантаженню з залізничних вагоноцистерн або сирі нафти, або темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна. Цей нафтокомплекс містить двосторонню комбіновану вантажну залізничну естакаду відкритого типу, резервуари ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, комплексну насосну станцію, що входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу

При цьому двостороння комбінована вантажна залізнична естакада відкритого типу виконана з фундаментних плит і встановлених на них опорних колон, сполучених між собою з утворенням настилу, на якому розміщений робочий майданчик для обслуговуючого персоналу, і містить технологічну систему прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, систему зливних колекторів, що сполучені з приладом для нижнього зливання, який знаходиться в зоні зливного отвору залізничної вагоноцистерни, технологічну систему розігрівання нафти і темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні у складі котельні для підігрівання пари, внутрішньоплощадочних трубопроводів подачі пари, парового колектора і парової фурми з соплами, технологічну систему пожежегасіння, автоматизовану систему управління зливу-наливними операціями, перекидний місток і дренажні пристрої, причому технологічна система прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів і прилад нижнього зливання, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернях містить колектор подачі пари, парову фурму і кран-укосину, що обладнаний системою протипагі, а технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі води

Комплексна насосна станція містить насоси, які забезпечують вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю їх підігрівання, насоси, що забезпечують доставку розігрітих нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, насоси, що забезпечують вантаження розігрітих нафти і темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів як до залізничних вагоноцистерн, так і на морські судна по технологічній лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, до складу якої входять береговий блокувальний трубопровід, підводний технологічний трубопровід і підводна гнучка шлангова система, систему внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, а також запірно-регулюючу арматуру [2]

Робота нафтокомплексу - прототипу полягає в розігріванні або нафти (при необхідності здійснення такого розігрівання), або темного в'язкого нафтопродукту у залізничній вагоноцистерні за допомогою гострої пари, що подається до залізничної вагоноцистерни за допомогою парової фурми з соплами на її кінці, і що має температуру до 130°C, зливанні розігрітої нафти/темного нафтопродукту з залізничної вагоноцистерни через прилад для нижнього зливання, транспортуванні розігрітої нафти/темного нафтопродукту по термоізолюваних технологічних трубопроводах, що підігріваються, до резервуара для його накопичення і зберігання, постійного підігрівання нафти/темного нафтопродукту в резервуарі для їх накопичення і зберігання за допомогою пари, що подається від котельні, або електричної енергії, і подальшому транспортуванні підігрітої нафти/темного нафтопродукту по термоізолюваних технологічних трубопроводах, що підігріваються, з резервуара для накопичення і зберігання нафти/темного нафтопродукту на морські судна через стендерні пристрої, що знаходяться біля краю берега

Крім того, транспортування нафти/темного нафтопродукту по лінії технологічних трубопроводів, що підігріваються, здійснюють за допомогою відцентрових насосних агрегатів насосної станції, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи перевалочного нафтобазису

Недоліками нафтокомплексу - прототипу є

неможливість багатоваріантного використання насосних агрегатів комплексної насосної станції, оскільки кожний насосний агрегат технологічно об'язаний суворо на свої технологічні трубопроводи, що дозволяють виконувати тільки свою однотипну операцію (наприклад, вантаження, вивантаження, зачищення і інш.),

неможливість постійної і безпечної експлуатації комплексної насосної станції без будівництва додаткової інфраструктури для підігрівання технологічних трубопроводів, в тому числі внутрішньоплощадочних, а також фільтрів, насосних агрегатів

і дренажних систем,

наявність значного обводнення товарної нафти/темного нафтопродукту внаслідок розігрівання його паром, внаслідок чого гіршають якісні характеристики, а також і комерційна вартість кінцевого товарної нафти/темного нафтопродукту,

неможливість здійснення реверсивного руху нафти/темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах, що різко знижує якість очищення технологічних трубопроводів від залишків нафти/темних нафтопродуктів,

використання відкритого зливного колектора нафти/темних нафтопродуктів, в якому здійснюється інтенсивне розігрівання нафти/темних нафтопродуктів, внаслідок чого відбуваються великі втрати тепла і випаровування розігрітої нафти/темних нафтопродуктів, а також забруднюється навколишнє середовище,

неможливість одночасного здійснення на вантажній залізничній естакаді товарних операцій по вивантаженню із залізничних вагоноцистерн як темних нафтопродуктів, так і сирої нафти,

неможливість одночасного використання однієї з складових частин багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, що найбільш дорого коштує, а саме технологічної системи вантаження нафтопродуктів на морське судно, як для вантаження сирої нафти, так і для вантаження темних нафтопродуктів,

неможливість використання одних і тих же резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання як сирої нафти, так і темних нафтопродуктів

В основу винаходу поставлена задача створення універсального за функціональним призначенням і економічного за використанням замкненого екологічно безпечного багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, призначеного для здійснення реверсивного вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн як нафти, так і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна, який виключає необхідність підігрівання комунікаційних технологічних трубопроводів, що проходять між залізничною вагоноцистерною, резервуарами для накопичення і зберігання темного нафтопродукту і морським судном, а також виключає забруднення навколишнього середовища

Поставлена задача досягається тим, у багатофункціональному перевалочному нафтокомплексі, призначеному для реверсивного вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн сирої нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна, який містить двосторонню комбіновану вантажну залізничну естакаду відкритого типу, резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, комплексну насосну станцію, що входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, при цьому двостороння комбінована вантажна залізнична естакада відкритого типу виконана з фундаментних плит встановлених на них опорних колон, сполучених між собою з утворенням настилу, на якому

розміщений робочий майданчик для обслуговуючого персоналу, і містить технологічну систему прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, систему зливних колекторів, що сполучені з приладом для нижнього зливання, який знаходиться в зоні зливного отвору залізничної вагоноцистерни, технологічну систему розігрівання нафти і темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні у складі котельні для підігрівання пари, внутрішньоплощадочних трубопроводів подачі пари, парового колектора і парової фурми з соплами, технологічну систему пожежегасіння, автоматизовану систему управління зливо-наливними операціями, перекидний місток і дренажні пристрої, причому технологічна система прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів і прилад нижнього зливання, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах містить колектор подачі пари, парову фурму і кран-укосину, що обладнаний системою противаг, а технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі води, комплексна насосна станція містить насоси, які забезпечують вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю їх підігрівання, насоси, що забезпечують доставку розігрітих нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, насоси, що забезпечують вантаження розігрітих нафти і темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів як до залізничних вагоноцистерн, так і на морські судна по технологічній лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, до складу якої входять береговий блокувальний трубопровід, підводний технологічний трубопровід і підводна гнучка шлангова система, систему внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, а також запірно-регулюючу арматуру, опорні колони двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естакади сполучені між собою за допомогою поздовжніх балок, на які встановлений ґратчастий настил, технологічна система прийому і вивантаження нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить прилад верхнього зливання темних нафтопродуктів, який сполучений з двома колекторами верхнього зливання темних нафтопродуктів і колектором верхнього зливання нафти, а також два прилади нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, кожен з яких обладнано підмонитором циркуляційного розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничній вагоноцистерні, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах містить колектор циркуляційного розігрівання нафти і темних нафтопродуктів, який сполучений з підмонитором,

технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі пни, який сполучений з піногенератором, і технологічну систему уловлювання легких фракцій з колектором, а перекидний місток виконаний у вигляді перехідного підравлічного складного трапа, що самовстановлюється, технологічна система розігрівання нафти і темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні містить термомастильну котельню, підігрівач термального мастила, що встановлений у термомастильній котельні, внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляції термального мастила, пароперегрівач, що встановлений у котельні для підігрівання пари, і який виконаний з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше за 250°C, а також пристрої вприскування розігрітої циркуляційної нафти і темного нафтопродукту у вигляді підмониторів, виконаних з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, технологічний блок насосно-трубопровідної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу містить резервуарну ємкість зберігання нафти і темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, що виконана з можливістю підігрівання, два герметичних колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, не менше двох циркуляційних насосів циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту, заглиблену дренажну ємкість, внутрішньоплощадочні трубопроводи підводу дренажної ємкості, резервуарну ємкість з нафтопродуктом заміщення, циркуляційний насос прокачування нафтопродукту заміщення, внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляції нафтопродукту заміщення, а також другу технологічну лінію вантаження нафти і темних нафтопродуктів, що встановлена паралельно першій технологічній лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, система внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів включає в себе всмоктуючі внутрішньоплощадочні трубопроводи, напірні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів, транспортні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів, внутрішньоплощадочні трубопроводи підводу насосних агрегатів, зачисні внутрішньоплощадочні трубопроводи, а також внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляційного розігрівання, система зливних колекторів нафти і темних нафтопродуктів виконана з можливістю здійснення зливання-наливання, і включає в себе два герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів і два герметичні колектори нижнього зливання нафти, що підключені до приладів нижнього зливання, а також два герметичні колектори верхнього зливання темних нафтопродуктів і герметичний колектор верхнього зливання нафти, до яких підключені прилади верхнього зливання, комплексна насосна станція включає в себе насосну темних продуктів, циркуляційну насосну розігрітих темних нафтопродуктів і насосну сиру нафти, при цьому насосна темних продуктів містить два циркуляційних насоси подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних, вагоноцистерн,

чотири циркуляційних насоси вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, а також циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, причому кожний циркуляційний насос подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно технологічно об'язаний на відповідну технологічну лінію вантаження нафти і темних нафтопродуктів, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн технологічно об'язаний на герметичний колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів, а також на резервуарну ємкість накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів за допомогою напірних внутрішньооплощадочних трубопроводів насосних агрегатів і транспортних внутрішньооплощадочних трубопроводів, кожна пара циркуляційних насосів вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн технологічно об'язана на правий і лівий герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн технологічно об'язаний на обидві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, а також на герметичний колектор нижнього зливання темних нафтопродуктів, циркуляційна насосна розігрітих темних нафтопродуктів містить поршневий насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагоноцистерн, а також два гвинтових зачисних насоси, причому поршневий насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагоноцистерн технологічно об'язаний на колектор верхнього зливання темних нафтопродуктів, а також на систему внутрішньооплощадочних трубопроводів, кожний гвинтовий зачисний насос технологічно об'язаний на систему внутрішньооплощадочних трубопроводів, а також на герметичні колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів, верхнього зливання темних нафтопродуктів і циркуляційного розігрівання темних нафтопродуктів, при цьому кожний циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту технологічно об'язаний за допомогою внутрішньооплощадочних трубопроводів циркуляційного розігрівання на відповідний герметичний колектор циркуляційного розігрівання, заглиблена дренажна ємкість встановлена між насосною темних нафтопродуктів і циркуляційною насосною розігрітих темних нафтопродуктів, обладнана занурювальним зачисним насосом, а також резервуарним підігрівом темних нафтопродуктів, що знаходяться в ній, і технологічно об'язана за допомогою внутрішньооплощадочних трубопроводів підводу дренажної ємкості на насоси, що знаходяться у насосній темних нафтопродуктів і у циркуляційній насосній розігрітих темних нафтопродуктів, на циркуляційні насоси циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту і прокачування нафтопродукту заміщення, а також на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, резервуарна ємкість з нафтопродуктом заміщення технологічно об'язана на циркуляційний насос прокачування нафтопродукту

заміщення, а також за допомогою внутрішньооплощадочних трубопроводів циркуляції продукту заміщення на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів та на дві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, насосна сирі нафти містить три циркуляційні насоси перекачування нафти, а також гвинтовий зачисний насос, що технологічно об'язані за допомогою внутрішньооплощадочних технологічних трубопроводів насосної сирі нафти на герметичні колектори нижнього зливання нафти, колектор верхнього зливання нафти, на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів та на дві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів, при цьому в резервуарних ємкостях накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів, ємкості зберігання циркуляційної нафти і темного нафтопродукту і у дренажні ємкості розміщені резервуарні підігрівачі нафти і темних нафтопродуктів у вигляді теплообмінників, виконаних з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила, колектори нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, колектори циркуляційного розігрівання, колектори верхнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, колектор подачі пили, колектор подачі води, колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій, а також колектор подачі пари розміщені між опорними копонами двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естакади, причому колектори нижнього зливання нафти і колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів розташовані в заглибленому закритому тунелі, технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу у вигляді системи зливних колекторів і системи внутрішньооплощадочних технологічних трубопроводів виконані герметичними, замкненими і розділеними запірною арматурою на окремі технологічні дільниці, а трубопровідно-насосна система багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу виконана з можливістю багаторазового забезпечення реверсивності вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн нафти і темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна

Підігрівач термального мастила, що встановлений у термомасильній котельні, виконаний у вигляді електронагрівального теплообмінника, або теплообмінника, що виконаний з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила

Діаметр транспортних внутрішньооплощадочних трубопроводів і внутрішньооплощадочних трубопроводів підведення насосних агрегатів складає не менше за 1000мм, а діаметр напірних внутрішньооплощадочних трубопроводів насосних агрегатів складає не менше за 700мм

Діаметр герметичних колекторів нижнього зливання темних нафтопродуктів складає не менше за 1200мм, а діаметр герметичного колектора циркуляційного розігрівання складає не менше за 400мм

Герметичні колектори нижнього зливання на-

фти і нижнього зливання темних нафтопродуктів встановлені таким чином, що їх верхня точка не перевищує відмітки нижньої зливної склянки залізничної вагоноцистерни, а герметичний колектор циркуляційного розігрівання встановлений над герметичними колекторами нижнього зливання.

Кожний циркуляційний насос, що входить до складу насосної сирови нафти і насосної темних нафтопродуктів, має продуктивність не менше за $1250\text{ м}^3/\text{год}$ і висоту всмоктування не менше за 50 м .

Кожний гвинтовий насос, що входить до складу насосної сирови нафти і насосної розігрітих темних нафтопродуктів, має продуктивність не менше за $800\text{ м}^3/\text{год}$.

Заглиблена дренажна ємкість має об'єм, що становить не менше за 100 м^3 .

Прилад верхнього зливання нафти і темних нафтопродуктів виконаний з можливістю повороту, як в горизонтальний, так і у вертикальний площині, причому величина кута повороту в горизонтальній площині складає від 0 до 180° , а величина кута повороту у вертикальній площині складає від 0 до 30° нижче за лінію горизонту і від 0 до 60° вище за лінію горизонту.

На робочому майданчику для обслуговуючого персоналу міститься до тридцяти двосторонніх робочих місць.

Кожний колектори нижнього зливання нафти і нижнього зливання темних нафтопродуктів обладнано повітряним запобіжним компенсатором.

Колектор перегрітої пари обладнано конденсатовідвідним пристроєм.

Колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій обладнано перешкоджувачем вогню.

Колектори подачі пари, циркуляційного розігрівання, верхнього зливання нафти і верхнього зливання темних нафтопродуктів розміщені в блоці термоізоляції.

Перераховані ознаки пристрою складають суть винаходу.

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

У діючих нафтокомплексах по перевалці нафти/темних нафтопродуктів, що мають високі значення температури застигання, із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів і далі на морські судна, застосовуються різноманітні технологічні способи і схеми, відмітними особливостями яких є

1) застосування як теплоносія при розігріванні у залізничній вагоноцистерні, а також при накопиченні і зберіганні товарних нафти/темних нафтопродуктів у резервуарних ємкостях, гострої пари, або теплообмінників, що працюють на водяній парі, при цьому температура теплоносія, як правило, не перевищує 130°C ,

2) обов'язкове розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в технологічних трубопроводах, зливо-наливних колекторах, а також у вигрібних траншеях,

3) забезпечення вантаження розігрітої нафти/темних нафтопродуктів на морські судна тільки

через берегові причальні споруди, і, зокрема, через стендерні пристрої.

У цей час загальноприйнятою і найпоширенішою схемою перевалки нафти/темних нафтопродуктів, що включає прийом нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, їх зберігання і подальшого вантаження на морські судна, є схема, при якій здійснюється розігрівання, зливання, зберігання, перекачування вантаження нафти/темних в'язких нафтопродуктів на морські судна. Здійснення операційної діяльності по перевалці нафти/темних нафтопродуктів за цією найпоширенішою схемою має такі відмінності:

розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах здійснюється пристроями, в яких теплоносієм є водяною пара, що має температуру $110 - 140^\circ\text{C}$,

зливання розігрітих нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн здійснюється через нижній зливний стакан залізничної вагоноцистерни до вигрібної траншеї,

зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів здійснюється в резервуарних ємкостях, де розігрівання товарних нафти/темних нафтопродуктів забезпечується за допомогою теплообмінників, які працюють на водяній парі, що має температуру $110 - 130^\circ\text{C}$,

перекачування нафти/темних в'язких нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів здійснюється при обов'язковому їх підігріванні,

вантаження нафти/темних в'язких нафтопродуктів на морські судна здійснюється по системі трубопроводів, яка обладнана системою підігрівання і теплоізоляції.

При використанні стандартної схеми розігрівання нафти/темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні за допомогою гострої пари завжди виникає обводнення нафти/темного нафтопродукту, що істотно погіршує його якісні характеристики, а також зменшує коефіцієнт корисного використання тепла (який складає не більше за $30 - 40\%$). Як наслідок, збільшується технологічний час, витрачений на операцію розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах (який збільшується від $5 - 6$ до 12 годин).

Крім того, у разі недостатнього розігрівання нафти/темного нафтопродукту в залізничній вагоноцистерні (особливо в її торцевих частинах) при зливанні нафти/темного нафтопродукту в залізничній вагоноцистерні залишається частина нафти/темного нафтопродукту, яку згодом дорозігріти і до зливи неможливо. Крім того, технологічне обладнання системи розігрівання, яке працює на водяній парі, є недовговічним.

Зливання розігрітих нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн здійснюється через нижній зливний стакан залізничних вагоноцистерн до вигрібної траншеї. Це приводить до значних втрат тепла, внаслідок чого нафту/темний нафтопродукт у вигрібній траншеї необхідно обов'язково дорозігрівати. Крім того, така схема зливання негативно впливає на навколишнє середовище внаслідок інтенсивного випаровування нафти/темного нафтопродукту.

Зберігання нафти/темних нафтопродуктів

здійснюється в резервуарних ємкостях, де їх розігрівання забезпечується за допомогою теплообмінників, що також працюють на водяній парі, яка має температуру 110 - 130°C. Недоліком такого розігрівання є те, що технологічні системи підігрівання, які працюють на водяній парі, є недовговічними, часто втрачають герметичність, внаслідок чого до них попадає нафта/темний нафтопродукт. Це приводить до зниження ефективності їх використання і до трудомістких і витратних ремонтних робіт. До того ж коефіцієнт тепловіддачі таких теплообмінних систем є невисоким, що приводить до збільшення площі теплообміну, а також до збільшення кількості теплообмінників, що використовуються для розігрівання.

Перекачування нафти/темних нафтопродуктів проводиться по трубопроводах, обладнаних паросупутниками, які забезпечують підтримання необхідної температури в технологічних трубопроводах. Однак коефіцієнт тепловіддачі таких паросупутників є невисоким, і не перевищує 20%.

Вантаження нафти/темних нафтопродуктів на морські судна проводиться тільки через берегові стендери пристрої, для чого морські судна відшвартовують до берегових причальних споруд, або пірсів. При цьому аналогів і прототипів вантаження на морські судна легкозастигаючих високов'язких темних нафтопродуктів по підводних технологічних трубопроводах, що не обладнані системою підігрівання і термоізоляції, не існує.

Темні нафтопродукти, які використовуються в перевалочному нафтокомплексі, 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 трубопроводних 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 такої нафти/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 за їх участю вантажно-розвантажувальних операцій, в тому числі операцій по перекачуванню темних нафтопродуктів по трубопроводних технологічних системах, є неможливим.

Таким чином, для забезпечення проведення технологічних операцій з вказаною нафтою/темними нафтопродуктами необхідно створити умови, при яких вони набувають необхідної рухливості (тобто текучості). Це досягається в тому випадку, коли температура нафти/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 нафту/темний нафтопродукт до таких значень температури, при яких буде виконуватися умова $T_{\text{нп}} > T_{\text{заст}}$. У винаході, що описується, виконання цієї умови досягається

шляхом застосування різних технологічних операцій, що здійснюються за допомогою відповідного розробленого технологічного обладнання і пристроїв.

Застосування за розробленим винаходом комбінованого розігрівання нафти/темного нафтопродукту в залізничних вагоноцистернах дозволяє здійснювати розігрівання нафти/темного нафтопродукту відразу у всьому об'ємі залізничної вагоноцистерни.

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

Для функціонування вищезгаданої реалізації системи циркуляційного розігрівання, згідно з розробленим винаходом, в технологічному блоці насосно-трубопроводної системи перевалочної нафтобази встановлюють резервуар для зберігання розігрітої нафти/темного нафтопродукту, а також колектори циркуляційного розігрівання нафти/темного нафтопродукту для його циркуляції в залізничній вагоноцистерні.

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

Розігрівання за розробленим винаходом нафти і в'язких нафтопродуктів, зокрема, у залізничних вагоноцистернах, засновано на врахуванні природних властивостей нафти і в'язких нафтопродуктів, а також їх властивостей і умов транспортування в залізничних вагоноцистернах 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 нафти/темного нафтопродукту, однак для різних фізичних властивостей нафти/темного 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.

Таким чином, в умовах низьких температур протягом досить тривалого періоду часу, який є співрозмірним з часом транспортування нафти/темного нафтопродукту, в вагоноцистернах 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 особливості використання розігрівання у залізничних вагоноцистернах нафти і в'язких нафтопродуктів. Винахід, що пропонується, заснований на використанні автономної подачі теплоносія з декількох (не менш, ніж в двох, а саме зверху і знизу) боків з контролем режимів його подачі. Таким чином, у розробленому багатофункціональному перевалочному нафтокомплексі розігрівання нафти/темних в'язких нафтопродуктів передбачає застосування комбінованого нагрівання нафти/темних нафтопродуктів у залізничних вагоноцистернах з подальшим і (або) одночасним зливанням нафти/темних нафтопродуктів в місткості для їх накопичення і 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 гідромонітора, виконаного з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, для переведення важких вуглеводнів із застиглого (студеноподібного) стану в рідкотекучий стан, після чого проводиться часткове зливання розігрітої нафти/темного в'язкого нафтопродукту.

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

Теплоносії, що подається далі, викликає у ванні з розігрітою нафтою/темним в'язким нафтопродуктом, що знаходяться у залізничній вагоноцистерні, 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 гідромонітора і через сопла занурювального нагрівача, визначається на основі вимірювань об'єму (товщини) розігрітого продукту, а також температур застигання осаджених фракцій і розігрітих нафти/темних 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 гідромонітора. Тобто кількість теплоносія, що подається з сопел паронагрівача і гідромонітора в різних напрямках, пропорційна масі (об'єму), або товщині продукту, що розігрівається, і який знаходиться у залізничній вагоноцистерні. Внаслідок цього в горизонтальній площині осьового перетину вагоноцистерни створюється рівномірний розподіл щільності теплових струменів по

всьому перетину залізничної вагоноцистерни.

Винахід також передбачає нагрівання певної кількості нафти/темного нафтопродукту, який відразу зливається, а на його місце поступає холодний продукт. Таким чином, тепло не встигає передатися стінкам залізничної вагоноцистерни, а розділяючий продукт між нагрівачами (паронагрівачем і гідромонітором) і стінками вагоноцистерни є ізолюючим середовищем. Внаслідок цього забезпечується високий коефіцієнт корисної дії нагрівання і зливання нафти/темних в'язких нафтопродуктів.

Таким чином, новизна запропонованого винаходу в частині розігрівання і подальшого зливання нафти/темних нафтопродуктів, що здійснюється за допомогою системи розігрівання нафти/темних нафтопродуктів у залізничній вагоноцистерні, до складу якої входить котельня для підігрівання пари, внутрішньоплощадочні трубопроводи подачі пари, паровий колектор, парова фурма з соплами, термомастильна котельня, підігрівач термального мастила, що встановлений у термомастильній котельні, внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляції термального мастила, пароперегрівач, що встановлений у котельні для підігрівання пари, і який виконаний з можливістю генерування перегрітої пари, що має температуру не менше за 250°C, а також пристрої вприскування розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту у вигляді гідромоніторів, виконаних з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни і реверсивного обертання в горизонтальній площині, полягає в спільному (комбінованому) розігріванні нафти і в'язких нафтопродуктів по всьому об'єму залізничної вагоноцистерни.

Однією із складових частин сучасного перевалочного нафтокомплексу, призначеного для перевалки нафти і темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн на морські судна і у зворотному боці, є вантажні залізничні естакади, на яких виконуються технологічні операції як по прийому нафти/в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, так і по їх повантаженню в залізничні вагоноцистерни.

Вантажна залізнична естакада — це складна інженерно-технічна споруда, до якої пред'являються ряд специфічних вимог. Передусім така естакада повинна відповідати нормам з охорони праці і забезпечення вибухо- і пожежобезпеки, а також задовольняти вимогам екологічних норм.

Вантажні залізничні естакади повинні втілювати в собі прогресивні технічні рішення, що дозволяють в умовах конкретного нафтокомплексу надійно, швидко і з мінімальними економічними витратами виконувати технологічні операції по вантаженню або вивантаженню нафти/темних в'язких нафтопродуктів із/в залізничні вагоноцистерни.

Вантажні залізничні естакади бувають відкритого і закритого типів, а також односторонні і двосторонні. Для прийому темних сортів нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, звичайно застосовують вантажні залізничні естакади відкритого типу з облаштуванням зливної траншеї для прийому нафтопродукту в міжрейковому просторі під-

ізного шляху

Недоліками конструкцій таких вантажних залізничних естакад є

1 Неможливість проведення реверсивних технологічних операцій, тобто можливі операції тільки по вивантаженню нафти/темних в'язких нафтопродуктів з вагоноцистерн, а операції по вантаженню нафти/темних в'язких нафтопродуктів у вагоноцистерни технічно є нездійсненними. Тобто на таких вантажних естакадах виконуються тільки технологічні операції по вивантаженню

2 Вивантаження розігрітої нафти/темних в'язких нафтопродуктів здійснюється відкритим способом до вигрібних траншей, що знаходяться між рейками, тобто процес вивантаження не є герметичним. При цьому випаровування нафти/темних в'язких нафтопродуктів попадають безпосередньо до атмосфери

3 Існуючі конструкції зливо-наливних колекторів передбачають необхідність дорозігрівання нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що знаходиться у вигрібній траншеї, а також постійного дорозігрівання технологічних трубопроводів, по яких транспортуються розігріта нафта/темні в'язкі нафтопродукти

4 Застосування на існуючих вантажних залізничних естакадах гострої пари для розігрівання нафти/темних в'язких нафтопродуктів звичайно приводить до обводнення нафти/темних в'язких нафтопродуктів і зміни її якісних характеристик.

У розробленому багатофункціональному перевалочному нафтокомплексі використовується особлива конструкція двосторонньої комбінованої залізничної естакади відкритого типу, що призначена для зливання-наливання нафти і в'язких нафтопродуктів, які мають високу температуру застигання

Такі естакади широко використовуються у сучасних перевалочних нафтокомплексах. Так, наприклад, естакада [1, с. 54 - 56] виконана з фундаментних плит, вертикальних рам (опорних колон), крупнопанельних плит настилу, і обладнана наливними пристроями з підйомно-поворотним механізмом обмеження наливання, а також зливо-наливними і зачисними колекторами, які розташовані назовні від опорних колон і вздовж естакади, і які сполучені зі зливо-наливними стояками, забезпеченими гнучкими шлангами

Естакада містить відкидний пересувний місток для переходу обслуговуючого персоналу на верхні майданчики вагоноцистерн, а також паропроводи для подачі пари до підігрівальних пристроїв, що слугують для підігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що знаходяться в залізничній вагоноцистерні. Для підйому і спуску містків слугують підймальні пристрої (ручні лебідки). Все управління наливом ведеться з майданчика естакади. При цьому естакада [1, с. 54 - 56] дозволяє проводити або тільки зливання, або тільки наливання нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання

Недоліком цієї залізничної естакади [1, с. 54 - 56] є значна площа, що займають технологічні системи і обладнання естакади, істотні втрати тепла, наявність обводнення при розігріванні нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що знаходиться

в залізничній вагоноцистерні, а також неможливість здійснення як зливання, так і наливання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання

Інша двостороння комбінована залізнична естакада відкритого типу для зливання-наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, виконана з фундаментних плит і встановлених на них опорних колон, сполучених між собою з утворенням настилу, на якому розміщено робочий майданчик для обслуговуючого персоналу. Крім того, естакада містить технологічну систему прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, технологічну систему розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах, технологічну систему пожежегасіння, автоматизовану систему управління зливо-наливними операціями, а також перекидний місток і дренажні пристрої [2, с. 37 - 38]

Технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн вказаної естакади [2, с. 37-38] містить колектор нижнього зливання нафти і в'язких нафтопродуктів і прилад нижнього зливання. Технологічна система розігрівання нафти і темних в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах містить колектор подачі пари, парову фурму і кран-укосину, а технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі води. При цьому естакада [2, с. 37 - 38] дозволяє проводити або тільки зливання, або тільки наливання нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання

Недоліком вказаної залізничної естакади [2, с. 37 - 38] є значна площа, що займають технологічні системи і обладнання естакади, істотні втрати тепла і наявність обводнення при розігріванні нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що знаходяться у залізничній вагоноцистерні, а також неможливість здійснення реверсивних операцій зливання-наливання, тобто як зливання, так і наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання

Крім вищезазначених факторів, на розміщення залізничних естакад у складі перевалочних нафтокомплексів часто накладаються певні територіальні обмеження. Так, наприклад, територія Феодосійського підприємства по забезпеченню нафтопродуктами щільно насичена інфраструктурою нафтокомплексу по перевалці світлих нафтопродуктів і легких сортів нафт. Тому там дуже складно розмістити інфраструктуру комплексу по перевалці темної і легко застигаючої високов'язкої нафти/темних в'язких нафтопродуктів

Одним з ключових об'єктів цього нафтокомплексу підприємства є вантажна залізнична естакада. Інженерно-будівельні і технологічні рішення, що розглядаються при вирішенні цієї задачі, повинні дозволяти розміщення шуканої естакади на обмеженому просторі

При цьому, згідно з вимогами по об'єму перевалки, вказана вантажна залізнична естакада повинна забезпечувати одночасний прийом під вантаження/вивантаження не менше, ніж 60

залізничних вагоноцистерн, тобто повного залізничного складу. Це, в свою чергу, накладає обмеження на конструкцію і габарити такої естакади.

Враховуючи вищевикладене, був розроблений варіант двосторонньої вантажної залізничної естакади на 60 робочих місць одночасного прийому залізничних вагоноцистерн під вантажні операції з можливістю проведення операцій як по вивантаженню темної нафти/темних в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, так і по їх вантаженню до залізничних вагоноцистерн.

В основу частини винаходу, що стосується двосторонньої комбінованої залізничної естакади відкритого типу, яка призначена для зливання-наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, була поставлена задача створення ефективної і компактної за габаритами конструкції двосторонньої комбінованої залізничної естакади відкритого типу для зливання-наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, яка сприяє енергозбереженню і економному використанню теплоносія, зменшенню міри обводнення нафти і в'язких нафтопродуктів, що знаходиться в залізничній вагоноцистерні, при їх розігріванні, дозволяє здійснювати як зливання, так і наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, а також дозволяє збільшити продуктивність процесу і скоротити час зливання-наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання.

Відповідно до частини винаходу, яка стосується двосторонньої комбінованої залізничної естакади відкритого типу для зливання-наливання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, то така естакада у складі багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу виконана з фундаментних плит і встановлених на них опорних колонах, сполучених між собою за допомогою поздовжніх балок з утворенням ґратчастого настилу, на якому розміщений робочий майданчик для обслуговуючого персоналу.

Таке виконання настилу сприяє як зручності в його обслуговуванні, так і полегшенню маси настилу, а також загальної маси естакади при забезпеченні високих міцнісних характеристик її ґратчастої конструкції.

До складу естакади входить технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, технологічна система розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах, технологічна система пожежегасіння, автоматизована система управління зливо-наливними операціями, а також перекидний місток і дренажні пристрої.

Особливістю конструкції естакади, що пропонується у складі перевалочного нафтокомплексу, є те, що технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить два колектори нижнього зливання темних нафтопродуктів і два колектори нижнього зливання сирої нафти, які розташовані в заглибленому закритому тунелі, а також два прилади нижнього зливання нафти і

темних нафтопродуктів, кожен з яких обладнано підромонитором циркуляційного розігрівання нафти і темних в'язких нафтопродуктів в залізничній вагоноцистерні, а також прилад верхнього зливання, який сполучений з двома колекторами верхнього зливання темних нафтопродуктів і одним колектором верхнього зливання сирої нафти.

Розміщення двох пар колекторів нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів в одній заглибленій закритій галереї (тунелі) забезпечує мінімальні втрати тепла і повільне вихоплення розігрітої нафти/темного нафтопродукту, оскільки колектори знаходяться в замкнутому повітряному просторі, де відсутній повітрообмін з навколишнім середовищем. За рахунок цього істотно знижуються втрати тепла в довкілля.

Технологічна система розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах містить колектор подачі пари, парову фурму, колектор циркуляційного розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, який сполучений з підромонитором, а також кран-укосину.

Наявність колектора циркуляційного розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, який сполучений з підромонитором, сприяє збільшенню інтенсивності і швидкості розігрівання нафти/темного в'язкого нафтопродукту у вагоноцистерні при реалізації комбінованого варіанту розігрівання, тобто за допомогою перегрітої пари, що виходить з сопел парової фурми, що розташована у верхній частині вагоноцистерни, а також за допомогою підігрітого продукту, ідентичного до нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що розігріваються, який виходить з сопел підромонітора, що розташований в нижній частині вагоноцистерни.

Наявність крана-укосини, обладнаного системою протипада, забезпечує як перед початком процесу розігрівання, так і при його проведенні необхідну маневреність переміщення парової фурми відносно горловини вагоноцистерни і дзеркала нафти/темних в'язких нафтопродуктів, що розігрівається, а також надійність фіксації її просторового положення.

Технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі води, а також колектор подачі піни, який сполучений з піногенератором. Ці засоби є необхідними для оперативного реагування на можливі випадки зайняття нафти і темних в'язких нафтопродуктів, які іноді трапляються при порушенні правил техніки безпеки в процесі проведення зливо-наливних операцій. При цьому в залежності від типу нафти/темного нафтопродукту і умов розігрівання застосовується той або інший агент, що забезпечує перекриття доступу повітря до об'єкта зайняття.

Цьому також сприяє і те, що залізнична естакада містить технологічну систему уловлювання легких фракцій, які обов'язково присутні над поверхнею нафти/темного нафтопродукту внаслідок його природних властивостей. При цьому наявність в колекторі системи уловлювання легких фракцій перешкоджувача вогню є необхідним для оперативної ліквідації аварійних ситуацій, пов'язаних із зайняттям легких фракцій нафти/темного в'язкого нафтопродуктів внаслідок порушень обслуговуючим персоналом правил техніки безпеки.

або інших причин

У естакаді, що пропонується, перекидний місток виконаний у вигляді перехідного гідравлічного складаного трапа, що самовстановлюється. Встановлено, що застосування для забезпечення роботи обслуговуючого персоналу саме таких гідравлічних трапів, що самовстановлюються, сприяє точній і надійній установці майданчика трапа в районі горловини вагоноцистерни. Це дозволяє уникнути випадків порушення вимог охорони праці, а також підвищити безпеку проведення зливоналивних операцій.

Особливістю конструкції естакади є те, що дві пари колекторів нижнього зливання, колектори циркуляційного розігрівання, колектори верхнього зливання, колектор подачі пни, колектор подачі води, колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій, а також колектор подачі пари розміщені між опорними колонами і паралельно настилу.

Це дозволяє суттєво зменшити габарити вантажної залізничної естакади і економно використовувати площу, що вона займає, а також раціонально розміщувати наявні технологічні системи і обладнання. Результатом цього є суттєва економія матеріальних коштів при будівництві естакади, а також скорочення витрат при її експлуатації.

Прилад верхнього зливання виконаний з можливістю повороту, як в горизонтальній, так і у вертикальній площині, причому величина кута повороту приладу верхнього зливання в горизонтальній площині складає від 0 до 180°, а у вертикальній площині від 0 до 30° нижче за лінію горизонту і від 0 до 60° вище за лінію горизонту.

Вказане виконання приладу верхнього зливання з можливістю повороту в горизонтальній площині на 180°, тобто з одного боку естакади на іншу, дозволяє виробляти технологічні операції по вивантаженню несправних вагоноцистерн з нафтопродуктом по обидві сторони вантажної залізничної естакади, що вдвічі знижує витрати на виготовлення приладів верхнього зливання. А варіація кута повороту у вертикальній площині дозволяє вводити прилад в люк вагоноцистерн різних типорозмірів і конструкцій.

Наявність на робочому майданчику для обслуговуючого персоналу до тридцяти двосторонніх робочих місць сприяє підвищенню продуктивності процесу зливання-наливання і скороченню часу простою залізничних вагоноцистерн.

Обладнання колектора перегрітої пари конденсатом відповідним пристроєм сприяє своєчасному розділенню суміші розігрітої нафти/темних в'язких нафтопродуктів з паром на нафту/темні в'язкі нафтопродукти і конденсат з подальшим видаленням останнього з резервуара для збереження початкових фізико-хімічних властивостей розігрітого товарної нафти/темного нафтопродукту.

Обладнання кожного колектора нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів повітряним запобіжним компенсатором сприяє видаленню з технологічних трубопроводів зливних колекторів повітряних пробок, що утворюються в них в процесі зливання, тобто сприяє підтриманню оптимального тиску і швидкості зливання в колекторах нижнього зливання нафти/темних нафтопродуктів.

Розміщення колекторів подачі пари, циркуляційного розігрівання і верхнього зливання в єдиному блоці термоізоляції дозволяє значно знизити втрати тепла, що витрачається на розігрівання нафти/темних в'язких нафтопродуктів і на підтримання необхідної температури в технологічних трубопроводних системах, в порівнянні з роздільною їх прокладкою. Крім того, таке технічне рішення забезпечує попутне підігрівання колекторів верхнього зливання нафти/темних в'язких нафтопродуктів.

Наступна група відмітних ознак винаходу стосується особливостей здійснення підігрівання нафти/темного нафтопродукту при його зберіганні, підігрівання дренажної місткості, що встановлюється в насосній станції, а також підігрівання нафти/темного нафтопродукту, призначених для циркуляції, за допомогою використання як теплоносія термостабільного термального мастила.

В останній час як теплоносії почали поступово застосовувати різні термальні мастила (термомастила), або мастила-теплоносії. Основними вимогами, що висуваються до таких термальних масил, є висока робоча температура, термостабільність, висока температура самозапалення, низька температура застигання, добрі антиокислювальні властивості.

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

У таблиці 1 показані порівняльні дані по ефективності розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів за допомогою різних видів теплоносіїв.

Таблиця 1

Порівняльні дані по ефективності розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів різними теплоносіями

теплоносії	робоча температура, °С	питома теплоємність, кКал кг-°С	температура застигання, °С	Показники ефективності розігрівання: час розігрівання, хв	температура, розігрівання, що досягається, °С
пара	100-170	0,5	0	240	до 50
термальне мастило	200-320	0,48-0,5	-12 - -30	200	до 75

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

Так, у винаході, що пропонується, може бути застосовано термомасило марки АМТ-300Т (ТУ 38 1011023-85), яке виробляється на основі екстракту важкого газойля каталітичного крекінга з подальшою селективною депарафінізацією і до-

очищенням. 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, термомастила 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 термомастил 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 2.

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 самозаймання і низьку температуру застигання (-12 + - 42 °C). Крім того, ці мастила володіють хорошими антиокислювальними властивостями.

Таблиця 2

Деякі властивості досліджених термальних мастил

марка термального мастила	максимальна робоча температура, °C	температура застигання, °C
AMT-300 (ТУ 38 101 537-75)	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 винаході, що пропонується, обумовлює те, що як котельню для підігрівання темного нафтопродукту, який знаходиться в резервуарі для його накопичення і зберігання, використовують термомастильну котельню, тобто котельню, що працює на термальному мастилі.

Наступна група відмітних ознак розробленого винаходу стосується особливостей складу, взаємозв'язку і характеристик елементів комплексної насосної станції, яка міститься в структурі замкнутого екологічно безпечного нафтокомплексу.

Типові технологічні комплексні насосні станції, за допомогою яких забезпечується вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагоноцистерн на морські судна, і що входять до складу трубопровідно-насосної системи типової перевалочної нафтобази, є жорстко прив'язаними до наступної схеми роботи «залізнична вагоноцистерна - насосний агрегат - резервуарна місткість накопичення і

зберігання темних нафтопродуктів».

При здійсненні традиційної технологічної схеми вивантаження нафти і високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, темні нафтопродукти, що знаходяться в залізничних вагоноцистернах, спочатку розігрівають і далі зливають відкритим способом через відкриті нижні зливні пристрої, що розташовані в зоні зливного отвору залізничних вагоноцистерн, до вигрібної траншеї.

У вигрібній траншеї темний нафтопродукт до-розігрівається, після чого перекачується до резервуарних ємкостей, призначених для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів.

Після виконання операції по перекачуванню підігрітих темних нафтопродуктів з вигрібних траншей до резервуарних ємкостей, призначених для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів, технологічні трубопроводи, в тому числі внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи, а також насосні агрегати і зливні колектори залишаються заповненими залишками в'язких темних нафтопродуктів. Внаслідок цього вищезгадані технологічні трубопроводи і насосні агрегати в типовому виконанні роблять з термоізоляцією і обладнують системою термопідігрівання.

Як правило, традиційні технологічні системи перевалки високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн на морські судна не передбачають повного звільнення внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів від залишків темних нафтопродуктів після завершення вантажо-розвантажувальних технологічних операцій.

В реалізованих технічних і технологічних рішеннях по будівництву і експлуатації сучасних нафтокомплексів у вигляді перевалочних нафтобаз, наприклад, на Феодосійському підприємстві по забезпеченню нафтопродуктами (ФПЗН), довжина технологічних трубопроводів вибрана мінімально можливою з метою можливості розміщення нафто комплексу в 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 підротехнічними спорудами, що дуже дорого коштують.

Перспективних рішень по здійсненні перевалки нафти і легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн на морські судна по внутрішньоплощадочним, береговим і підводним технологічним трубопроводам без застосування відповідних систем підігрівання технологічних трубопроводів на цей час не існує.

Технічні і технологічні рішення, що пропонуються, дозволяють кардинально вирішити задачу по перевалці легкозастигаючих темних сортів нафти і в'язких нафтопродуктів з берегових резервуарних ємкостей накопичення і зберігання на морське судно, яке знаходиться на віддаленні від берегової межі біля 600м, за системою берегових блокувальних і підводних технологічних трубопроводів, загальна довжина яких складає біля 1500м. Причому така перевалка здійснюється без додаткового підігрівання нафти і темного нафтопродукту у вказаній трубопровідній вантажній системі.

Нафта/темний нафтопродукт, що залишився в трубопроводах, за традиційною технологією розігрівається за допомогою спеціальної технологічної системи підігрівання, що дозволяє підтримувати технологічну трубопровідну систему в необхідному експлуатаційному стані. Однак використання вказаної технологічної системи підігрівання вимагає постійних експлуатаційних витрат на підігрівання темного нафтопродукту в технологічних трубопроводах. Крім того, вона містить додаткове коштовне технологічне обладнання, що забезпечує доставку теплоносія, а також теплообмін в технологічних трубопроводах.

Особливістю розробленого багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу є те, що в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази встановлюють резервуарну місткість для зберігання нафти/темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, а також два герметичних колектори циркуляційного розігрівання нафти/застигаючих темних нафтопродуктів.

У свою чергу, система внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів включає в себе всмоктуючі внутрішньоплощадочні трубопроводи, напірні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів, транспортні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів, внутрішньоплощадочні трубопроводи підводу насосних агрегатів, зачисні внутрішньоплощадочні трубопроводи, внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляційного розігрівання, а також допоміжні внутрішньоплощадочні трубопроводи для циркуляції нафтопродукту заміщення, циркуляції термального мастила і подачі нафтопродукту з/до дренажної ємкості.

При цьому як колектори, що призначені для зливання темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, використовують систему герметичних зливо-наливних колекторів, що складається з двох пар колекторів нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів, двох колекторів верхнього зливання темних нафтопродуктів і колектора верхнього зливання нафти. Причому система зливо-наливних колекторів і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів виконана герметичною, замкнутою і розділеною запірною-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки.

Такий склад і виконання системи зливо-наливних колекторів дозволяє здійснювати як верхнє, так і нижнє зливання і наливання нафти/темних нафтопродуктів одночасно з двох залізничних вагоноцистерн, встановлених по обидві сторони від вантажної залізничної естакади, а також використовувати циркуляційне розігрівання нафти/застигаючих темних нафтопродуктів, що знаходяться в залізничній вагоноцистерні, тобто істотно підвищити продуктивність процесу вантаження-розвантаження.

Таким чином, на відміну від відомих комплексних насосних станцій, в розробленому винаході використовується технологічна схема по здійсненню екологічно безпечного закритого і герметичного зливання розігрітих нафти/високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн по герметичних колекторах нижнього і верхнього зливання.

Крім того, для подачі до залізничних вагоноци-

стерн розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту застосовуються герметичні колектори циркуляційного розігрівання нафти/застигаючого темного нафтопродукту.

Як правило, існуючі технологічні комплексні насосні станції, що забезпечують вивантаження нафти/темних нафтопродуктів, які мають високу температуру застигання, із залізничних вагоноцистерн на морські судна і у зворотному боці, включають в себе насосні агрегати, що забезпечують вивантаження нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів, насосні агрегати, що забезпечують доставку розігрітих нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів, насосні агрегати, що забезпечують вантаження розігрітих нафти/темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів як до залізничних вагоноцистерн, так і на морські судна, зливні колектори відкритого типу або вигрібні траншеї, а також систему підігрівання насосних агрегатів, що забезпечують технічні операції по транспортуванню нафти/темних нафтопродуктів по всіх внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводах трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази [1, 2, 4].

Основні недоліки типових комплексних насосних станцій полягають в наступному:

неможливість багатоваріантного використання насосних агрегатів комплексної насосної станції, оскільки кожний насосний агрегат технологічно об'язаний суворо на свої технологічні трубопроводи, що дозволяють виконувати тільки свою однотипну операцію,

неможливість постійної і безпечної експлуатації комплексної насосної станції без будівництва додаткової інфраструктури підігрівання технологічних

трубопроводів, в тому числі внутрішньоплощадочних, а також фільтрів, насосних агрегатів і дренажних систем,

неможливість здійснення реверсивного руху нафти/темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах,

наявність відкритого зливного колектора нафти/темних нафтопродуктів, в якому здійснюється інтенсивне розігрівання нафти/темного нафтопродукту, і як наслідок, відбуваються великі втрати тепла, а також випаровування розігрітої нафти/темного нафтопродукту.

При цьому встановлено, що для забезпечення ефективного 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 винаході доцільним є визначений вибір характеристик і кількості насосних агрегатів. Зокрема, кожний циркуляційний насос, що входить до складу насосної темних нафтопродуктів і насосної сирої нафти, має продуктивність не менше за 1250 м³/год і висоту всмоктування не менше за 50 м.

Для забезпечення розігрівання і зливання із залізничних вагоноцистерн високов'язких і легкозастигаючих темних нафтопродуктів типу мазуту і нафти, а також для забезпечення їх зберігання в резервуарних ємкостях накопичення і зберігання і подальшого вантаження на морські судна за допомогою розробленої комплексної насосної станції пропонується наступна технологічна схема підігрівання мазуту і високов'язких легкозастигаючих нафт на всіх етапах операційної діяльності з ними, за допомогою якої реалізовується винахід, що пропонується

Ця схема складається з наступних елементів 1) термомастильної котельні для забезпечення розігрівання нафти/темного нафтопродукту (мазуту) в резервуарних ємкостях, 2) резервуара із запасом розігрітої нафти/темного нафтопродукту (мазуту) для забезпечення циркуляційного розігрівання темного нафтопродукту (мазуту) в залізничних вагоноцистернах, 3) котельня з високотемпературним пароперегрівачем для забезпечення роботи парових фурм, 4) парові фурми, що подаються в залізничну вагоноцистерну через її верхню горловину, і які забезпечують розігрівання нафти/темного нафтопродукту (мазуту), що знаходиться в залізничній вагоноцистерні, за допомогою подачі перегрітої пари, 5) приладів нижнього зливання розігрітої нафти/темного нафтопродукту (мазуту) із залізничних вагоноцистерн з системою циркуляційної подачі розігрітої нафти/темного нафтопродукту (мазуту), 6) циркуляційні колектори для подачі розігрітої нафти/темного нафтопродукту (мазуту) через прилади нижнього зливання у вагоноцистерни, в яких встановлені підмонітори, 7) технологічні насоси, що забезпечують подачу розігрітої нафти/темного нафтопродукту (мазуту) в циркуляційні колектори, 8) технологічні трубопроводи, запірно-регулююча арматура і допоміжне обладнання

Концептуальні інженерно-технічні і технологічні рішення стосовно багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, що описаний вище, представлені на фіг 1 - 3, де на фіг 1 представлена схема багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, на фіг 2 показана схема комбінованого розігрівання нафти і темних нафтопродуктів, які мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх з залізничних вагоноцистерн, що здійснюється під час експлуатації розробленого замкнутого екологічно безпечного нафтокомплексу, на фіг 3 показана принципова технологічна схема двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естакади відкритого типу

Замкнений екологічно безпечний багатофункціональний перевалочний нафтокомплекс, призначений для реверсивного вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн сирої нафти і темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна включає в себе систему зливних колекторів, яка виконана з можливістю здійснення зливання-наливання, і включає в себе два герметичних колектори верхнього зливання 1 і два герметичних колектори нижнього зливання 2, комплексну насосну станцію, яка включає, зокрема, насосну темних нафтопродуктів

3, до складу якої входить циркуляційний насос 4 (2 шт) подачі (або вантаження) розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно (танкер), циркуляційний резервний насос 5 вивантаження (подачі) темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, циркуляційний насос (4 шт) вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 6, а також циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 7, циркуляційну насосну розігрітих темних нафтопродуктів 8, до складу якої входить поршневі насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагоноцистерн 9 і гвинтовий зачисний насос 10 (2 шт), резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11 (на фіг їх 4 шт), що виконані з можливістю підігрівання, берегові блокувальні трубопроводи 12 (2 шт), берегову камеру перемикання 13, підводні технологічні трубопроводи 14 (2 шт), підводний з'єднувальний колектор 15, підводні гнучкі шлангові системи 16 (2 шт), морське судно (танкер) 17, запірний клапан маніфольда 18 морського судна (2 шт), двосторонню вантажну залізничну естакаду відкритого типу 19, залізничну вагоноцистерну 20, прилад нижнього зливання 21 залізничної вагоноцистерни, систему внутрішньоплощадочних трубопроводів, до основного складу якої входять всмоктуючі внутрішньоплощадочні трубопроводи 22, напірні внутрішньоплощадочні трубопроводи 23 насосних агрегатів, транспортні внутрішньоплощадочні трубопроводи 24 насосних агрегатів, внутрішньоплощадочні трубопроводи 25 підводу насосних агрегатів, зачисні внутрішньоплощадочні трубопроводи 26, а також внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляційного розігрівання 27, ємкість зберігання циркуляційної нафти/темного нафтопродукту 28, виконану з можливістю підігрівання, циркуляційні насоси циркуляційного прокачування розігрітої нафти/темного нафтопродукту 29 (2 шт), герметичний колектор циркуляційного розігрівання 30

Одна технологічна лінія вантаження нафти/темного нафтопродукту складається (умовно) з берегового блокувального трубопровода 12, підводного технологічного трубопровода 14 і підводної гнучкої шлангової системи 16 У насосній станції паралельно розміщено дві таких технологічних лінії вантаження (відповідно для вантаження на лівий і правий борт морського судна 17)

Насоси, що входять до складу насосної темних нафтопродуктів і циркуляційної насосної розігрітих темних нафтопродуктів, мають таке технологічне об'язування всередині насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази, що описується нижче

Кожна пара циркуляційних насосів 6 вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн технологічно об'язана на правий і лівий герметичні колектори нижнього зливання 1 вантажної залізничної естакади 19

Циркуляційний насос 7 вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн є резервним, і у разі виходу з ладу якого-небудь з насосів 6 цей насос підключається до роботи замість нього

Крім того, для здійснення вантаження темного нафтопродукту з резервуарної ємкості накопичення і зберігання темного нафтопродукту 11, здійснюють технологічне обв'язування циркуляційного насоса 7 на резервуарну місткість накопичення і зберігання темного нафтопродукту 11 за допомогою внутрішньоплощадочних трубопроводів 23 і 24. Циркуляційний насос 7 також технологічно обв'язаний на колектор нижнього зливання 1.

Кожний циркуляційний насос 4 подачі (вантажання) нафтопродукту на морське судно 17 технологічно обв'язаний на відповідну технологічну лінію вантаження (всього - на 2 лінії вантаження).

Циркуляційний резервний насос 5 вантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 20 на морське судно 17 технологічно обв'язаний на обидві технологічні лінії вантаження (праву і ліву) темних нафтопродуктів на морське судно 17. Крім того, насос 5, як допоміжний насос, технологічно обв'язаний на колектор нижнього зливання 1 вантажної залізничної естакади 19.

Поршневий насос верхнього зливання 9 несправних темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн технологічно обв'язаний на колектор верхнього зливання 2, а також на внутрішньоплощадочні трубопроводи 22, 23, 24, 25, 26, 27.

Гвинтові зачисні насоси 10 технологічно обв'язані на внутрішньоплощадочні трубопроводи 22, 23, 24, 25, 26, 27, на колектор 1 верхнього зливання темних нафтопродуктів, колектор 2 нижнього зливання темних нафтопродуктів, колектор циркуляційного розігрівання 30, і призначені для виконання технологічних операцій по зачищенню всіх вищезгаданих внутрішньоплощадочних трубопроводів (22, 23, 24, 25, 26, 27), а також колекторів верхнього 1 і нижнього 2 зливання темних нафтопродуктів, а також циркуляційного розігрівання 30.

Кількість гвинтових зачисних насосів 10, призначених для виконання операцій по зачищенню внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 27, а також колекторів 1, 2, 30, вибирають, виходячи з умови обмеження часу проведення технологічної операції по зачищенню вказаних трубопроводів.

Циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітих темних нафтопродуктів 29 (всього - 2 шт.) технологічно обв'язаний через внутрішньоплощадочні трубопроводи 27 на герметичні колектори циркуляційного розігрівання 30 двосторонньої вантажної залізничної естакади 19 (по одному насосу 29 на правий і лівий колектор циркуляційного розігрівання 30).

Інші елементи замкнутого екологічно безпечного нафтокомплексу, показані на фіг 1 - 3, мають такі позначення: 31 — заглиблена дренажна ємкість, що обладнана системою підігрівання, 32 — занурювальний зачисний насос дренажної ємкості, 33 — внутрішньоплощадочні трубопроводи підводу дренажної ємкості, 34 — резервуарна ємкість з нафтопродуктом заміщення, 35 — циркуляційний насос прокачування нафтопродукту заміщення, 36 — внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляції нафтопродукту заміщення, 37 — термомасильна котельня, 38 — внутрішньоплощадочні трубопроводи циркуляції термального мастила, 39 — котельня для підігрівання пари, 40 — пароперегрівач,

41 — внутрішньоплощадочний трубопровід подачі перегрітої пари, 42 — колектор подачі перегрітої пари, 43 — горловина залізничної вагоноцистерни, 44 — кран-поперечина (укосина), 45 — парова фурма з соплами 46, 47 — пристрої вприскування розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту у вигляді підромоніторів (2 шт.), 48 — резервуарний підігрівач нафти/темних нафтопродуктів за допомогою термомастила, 49 — підігрівач термального мастила, що встановлений у термомасильній котельні, 50 — фундаментні плити, 51 — опорні колони, 52 — ґратчастий настил, 53 — колектор подачі води, 54 — колектор подачі піни, 55 — колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій, 56 — колектор нижнього зливання сирої нафти, 57 — заглиблений тунель, 58 — колектор верхнього зливання сирої нафти, 59 — прилад верхнього зливання нафтопродуктів, 60 — насосна сирі нафти, 61 — циркулярний насос насосної сирої нафти, 62 — гвинтовий насос насосної сирої нафти, 63 — внутрішньоплощадочні технологічні трубопроводи насосної сирої нафти, 64 — перехідний підравлічний складаний трап, що самовстановлюється, 65 — повтрянний запобіжний компенсатор, 66 — конденсатовідвідний пристрій, 67 — перешкоджувач вогню, 68 — блок термоізоляції, 69 — монтажна колона.

Вищезазначені елементи мають дефінований склад, виконання, функціональне призначення і зв'язок з іншими елементами багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, що описується нижче.

Технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу у вигляді системи зливних колекторів 1, 2, 56, 58 і системи основних внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів (23, 24, 25, 25, 27), а також допоміжні внутрішньоплощадочні технологічні трубопроводи іншого призначення (36, 38, 41, 63), виконані герметичними, замкненими і розділеними запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки (на фіг не позначено).

Заглиблена дренажна ємкість 31, яка встановлена між насосною темних нафтопродуктів 3 і циркуляційною насосною розігрітих темних нафтопродуктів 8, призначена для збирання витоків нафтопродукту, які відбуваються скрізь сальникові ущільнення насосного обладнання, встановленого у вищевказаних насосних, а також інших насосів (29, 35), і має об'єм не менше за 100 м³.

Крім того, дренажна ємкість 31 обладнана занурювальним зачисним насосом 32, призначеним для відкачування нафти і в'язких нафтопродуктів, що зливаються з напірного трубопровода насосів до дренажної ємкості 31, з подальшою їх подачею до резервуара для накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11, а також резервуарним підігрівачем 48 нафти/темних нафтопродуктів, що знаходяться в ній.

Для забезпечення повноцінного функціонування у складі нафтокомплексу заглиблена дренажна ємкість 31 за допомогою внутрішньоплощадочних трубопроводів 33 підводу дренажної ємкості технологічно обв'язана на насоси, що знаходяться у насосній темних нафтопродуктів 3 і у

циркуляційний насосний розігрітих темних нафтопродуктів 8, на циркуляційні насоси циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту 29 і прокачування нафтопродукту заміщення 35, а також на резервуарні ємкості накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11

Резервуарна ємкість з нафтопродуктом заміщення 34 технологічно об'язана на циркуляційний насос прокачування нафтопродукту заміщення 35, а також за допомогою внутрішньоплощадочних трубопроводів циркуляції нафтопродукту заміщення 36 на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, а також на дві технологічні лінії вантаження нафти/темних нафтопродуктів на морське судно 17

Термомасильна котельня 37 технологічно об'язана за допомогою внутрішньоплощадочних трубопроводів циркуляції термального мастила 38 на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, на дренажну ємкість 31, а також на ємкість зберігання циркуляційного темного нафтопродукту 28, що виконані з можливістю підігрівання за рахунок циркуляції термального мастила по резервуарних підігрівачах нафти/темних нафтопродуктів 48, які виконані у вигляді теплообмінників

При цьому підігрівання самого теплоносія, а саме термального мастила у термомасильній котельні 37, здійснюється підігрівачем термального мастила 49, що встановлений у термомасильній котельні 37, а підігрівач термального мастила 49 зроблений у вигляді електронагрівального теплообмінника, або теплообмінника, що виконаний з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила. До того ж в резервуарних ємкостях накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, ємкості зберігання циркуляційної нафти/темного нафтопродукту 28 і дренажні ємкості 31 розміщені резервуарні підігрівачі нафти/темних нафтопродуктів 48 у вигляді теплообмінників, виконаних з можливістю внутрішньої циркуляції термального мастила

Система комбінованого розігрівання нафти/темних в'язких нафтопродуктів розробленого багатофункціонального замкненого екологічно безпечного перевалочного нафтокомплексу складається з котельні для підігрівання пари 39 з пароперегрівачем 40, що генерує перегріту пару з температурою не менше за 250°C , і по внутрішньоплощадочному трубопроводу подачі перегрітої пари 41 подає її до колекторів подачі перегрітої пари 42, звідки пара надходить до парової фурми 45 з соплами 46, а також з пристроїв вприскування розігрітого циркуляційної нафти/темного нафтопродукту у вигляді підомоніторів 47 (2 шт.), виконаних з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни 20 і реверсивного обертання в горизонтальній площині, і які розташовані у приладі для нижнього зливання 21 залізничної вагоноцистерни 20

Двостороння комбінована залізнична естакада відкритого типу 19 для зливання-наливання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, виконана з фундаментних плит 50 і встановлених на них опорних колон 51, сполучених між собою за допомогою поздовжніх балок

(на фіг 2 не показано) з утворенням ґратчастого настилу 52, на якому розміщено робочий майданчик з місцями для обслуговуючого персоналу (на фіг 2 не показано)

На робочому майданчику для обслуговуючого персоналу розміщується до тридцяти двосторонніх робочих місць (на фіг 2 не показано). Ця кількість робочих місць зумовлена тим, що всі пристрої, в тому числі і ті, які входять до складу технологічних систем, монтуються на будівельних інженерних конструкціях естакади. Останні являють собою П-подібні стійки, що встановлені на фундаментні основи із залізобетону 50

П-подібні стійки встановлені з технологічним кроком (інтервалом) в 6м і на загальну довжину 360м. Таким чином, вантажна залізнична естакада 19 дає можливість утворити 30 двосторонніх робочих місць (що також визначається довжиною однієї залізничної вагоноцистерни, яка дорівнює 12м). Для виконання технологічних операцій з тридцятьма вагоноцистернами на один бік естакади її довжина повинна складати $\text{вагоноцистерн} \cdot 12\text{м} = 360\text{м}$

До складу естакади входить технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн, технологічна система розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах, технологічна система пожежегасіння, автоматизована система управління зливо-наливними операціями, а також перекидний місток і дренажні пристрої

Технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить дві пари колекторів нижнього зливання нафти і темних нафтопродуктів 2, а також два прилади нижнього зливання нафти/темних нафтопродуктів 21, кожен з яких обладнано гідромонітором 47 циркуляційного розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів

Дві пари колекторів нижнього зливання темних нафтопродуктів 2 і нафти 56 розташовані в заглибленому закритому тунелі 57. Крім того, технологічна система прийому і вивантаження нафти і в'язких нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн містить також прилад верхнього зливання 59, який сполучений з двома колекторами верхнього зливання 1 темних в'язких нафтопродуктів і нафти 58 із залізничної вагоноцистерни 20, що має горловину 43

Технологічна система розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах 20 містить парову фурму 45, кран-укосину 44 для розміщення, транспортування і просторової фіксації парової фурми 45, колектор циркуляційного розігрівання 30 нафти і в'язких нафтопродуктів, який сполучений з підомонітором 47, а також колектор подачі перегрітої пари 41 в парову фурму 45

Технологічна система пожежегасіння містить колектор подачі води 53, а також колектор подачі піни 54, який сполучений з піногенератором (на фіг 2 і на фіг 3 не показано)

Крім того, залізнична естакада містить технологічну систему уповільнювання легких фракцій з колектором 55

Перекидний місток виконано у вигляді перехідного підравлічного складаного трапа 64, що самовстановлюється

Особливістю конструкції естакади є те, що колектори нижнього зливання 2 і 56, колектори циркуляційного розігрівання 30, колектори верхнього зливання 1 і 58, колектор подачі піни 54, колектор подачі води 53, колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій 55, а також колектор подачі перегрітої пари 41 розміщені між опорними колонами 51 естакади 19 і паралельно настилу, тобто перпендикулярно до опорних колон 51

Прилад верхнього зливання 59 нафти/темних нафтопродуктів виконано з можливістю повороту, як в горизонтальній, так і у вертикальній площині, причому величина кута повороту в горизонтальній площині складає від 0 до 180°, а величина кута повороту у вертикальній площині складає від 0 до 30° нижче за лінію горизонту і від 0 до 60° вище за лінію горизонту

Кожний колектор нижнього зливання 2 і 56 обладнано повітряним запобіжним компенсатором 65 (див. фіг. 3). Колектор подачі перегрітої пари 41 обладнано конденсатовідвідним пристроєм 66, а колектор технологічної системи уловлювання легких фракцій 55 обладнано перешкоджувачем вогню 67. Колектори подачі перегрітої пари 41, циркуляційного розігрівання 30 і верхнього зливання 1 розміщені в єдиному блоці термоізоляції 68

Прилад верхнього зливання 59 кріпиться на монтажній колоні 69. Крім цього, естакада містить автоматизовану систему управління зливно-наливними операціями і дренажну систему (на фіг. 1 - 3 показані тільки окремі елементи цих систем)

Крім того, в естакаді застосовується тунельне розташування колекторів нижнього зливання 2 і 56. Це виявляється в тому, що колектори нижнього зливання 2 і 56 встановлюються на фундаментні опори 50 в заглибленому технологічному тунелі 57, який зверху закривається спеціальним перекриттям (на фіг. 2 не показано). Внаслідок цього колектори нижнього зливання 2 і 56 знаходяться в замкненому повітряному просторі, що значно знижує теплообмін між ними і навколишнім середовищем

Кожне двостороннє робоче місце обладнано наступними технологічними пристроями (див. фіг. 2)

колекторами нижнього зливання 2 і 56, які обладнані повітряними запобіжними компенсаторами 65, і які підключені до приладів нижнього зливання 21,

колекторами циркуляційного розігрівання нафтопродукту 30 з пристроями циркуляційного розігрівання нафтопродукту в залізничних вагоноцистернах, вбудованими в прилади нижнього зливання 21,

колекторами верхнього зливання 1 несправних залізничних вагоноцистерн з підключеним до них приладом верхнього зливання 59, оскільки прилад верхнього зливання 59 підключено до двох колекторів верхнього зливання 1 темних нафтопродуктів і колектора верхнього зливання 58 сирої нафти, то за рахунок повороту приладу 59 в горизонтальній і вертикальній площинах, тобто з одного боку

естакади на іншу, забезпечуються технологічні операції по вивантаженню несправних вагоноцистерн 20 по обидва боки вантажної залізничної естакади,

колектором подачі перегрітої пари 41 з підключеними до нього паровими фурмами 45, і обладнаним конденсатовідвідним пристроєм 66,

системою пожежегасіння у складі колектора подачі піни (піногасіння) 54 з пристроями піногасіння (піногенераторами) і колектора подачі води 53 і з пристроями водогасіння (на фіг. 2 - 3 не показано),

колектором технологічної системи уловлювання легких фракцій 55 з перешкоджувачем вогню 67,

блоком автоматизованої системи управління зливо-наливними операціями

(на фіг. 1 - 3 не показано)

Насосна сирі нафти 60 містить три циркуляційні насоси 61 перекачування нафти (один з яких є резервним), а також гвинтовий зачисний насос 62. Ці насоси технологічно об'язані за допомогою внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів 63 насосної сирої нафти на герметичні колектори нижнього зливання нафти 56, колектор верхнього зливання нафти 58, на резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11 та на дві технологічні лінії вантаження нафти і темних нафтопродуктів (12, 14, 16)

При цьому технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази у вигляді системи зливних колекторів 1, 2, 56, 58 і системи внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів (23, 24, 25, 26, 27), а також внутрішньоплощадочні технологічні трубопроводи іншого призначення (36, 38, 41, 63), виконані герметичними, замкненими і розділеними запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки (на фіг. 1 - 3 не позначено)

Особливістю розробленого нафтокомплексу є те, що його трубопровідно-насосна система виконана з можливістю багаторазового забезпечення реверсивності вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн 20 нафти/темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання у ємкостях 11 і вантаження-вивантаження на морські судна 17. Це досягається за рахунок того, що насосні агрегати можуть бути використані в різних варіантах виконання вантажно-розвантажувальних операцій, а саме

для комбінованого розігрівання нафти і високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, у залізничних вагоноцистернах 20,

для вивантаження нафти і високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагоноцистерн 20 до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11,

для вантаження нафти і високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11 до залізничних вагоноцистерн 20,

для прокачування розігрітою нафтою/темним нафтопродуктом зливних колекторів 1 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 63 для запобігання застигання темного нафтопродукту в перервах між виконанням технологічних операцій по зливанню-напиванню залізничних вагоноцистерн 20 (наприклад, в період переподачи залізничних вагоноцистерн на під'їзні шляхи),

для вантаження нафти/темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11 на танкер 17,

для вивантаження розігрітої нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 20 безпосередньо на танкер 17 за допомогою насосних агрегатів 4, оминувши при цьому резервуарні ємкості накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11,

для здійснення технологічних перерв під час проведення вантаження нафти/темних нафтопродуктів,

для здійснення зачищення технологічних трубопроводів по закінченню проведення вантажно-розвантажувальних робіт за допомогою нафтопродукту заміщення,

для здійснення зачищення технологічних трубопроводів по закінченню проведення вантажно-розвантажувальних робіт розігрітою товарною нафтою/темним нафтопродуктом

Крім того, встановлено, що для забезпечення надійної роботи розробленого багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу у всіх передбачених технологічних режимах вантаження-розвантаження необхідно вибирати наступні розміри і робочі параметри елементів насосно-трубопровідної системи комплексної насосної станції, а саме

1 Діаметр внутрішньоплощадочних трубопроводів, а саме транспортних внутрішньоплощадочних трубопроводів 24 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 25 підводу насосів 4, 5, 6, 7, повинен складати не менше за 1000мм для того, щоб забезпечити необхідний підвод розігрітих темних нафтопродуктів до вказаних циркуляційних насосів по внутрішньоплощадочних трубопроводах 24 і 25

2 Діаметр внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 23 насосних агрегатів повинен складати не менше за 700мм для того, щоб забезпечити стійку роботу циркуляційних насосів 6 і 7, тобто роботу без перевантажень

3 Діаметр герметичних колекторів нижнього зливання 1 повинен складати не менше за 1200мм, а діаметр герметичного колектора циркуляційного розігрівання 30 повинен складати не менше за 400мм для того, щоб забезпечити зливання розігрітих темних нафтопродуктів по всьому фронту зливання (тобто одночасно для тридцяти залізничних вагоноцистерн 20) з урахуванням роботи системи циркуляційного розігрівання темного нафтопродукту (в складі елементів 28, 29, 30)

При цьому герметичний колектори нижнього зливання 2 і 56 повинні бути встановлені так, щоб його верхня точка не перевищувала відмітку нижньої зливної склянки (на фіг. 2 не показано) залізничної вагоноцистерни 20, а герметичний колектор циркуляційного розігрівання 30 повинен бути встановлений над герметичними колекторами нижньо-

го зливання 2 і 56

4 Кожний циркуляційний насос 4, 5, 6, 7, 29, 35, 61 повинен мати продуктивність не менше за 1250м³/год і висоту всмоктування не менше за 50м

5 Кожний гвинтовий циркуляційний насос 10, 62 що входить до складу циркуляційної насосної розігрітих темних нафтопродуктів і насосної сирови нафти, повинен мати продуктивність не менше за 800м³/год

Режим прокачування розігрітим темним нафтопродуктом зливних колекторів 2, 56 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 27, а також блокувальних 12 і підводних трубопроводів 14 повинен здійснюватися таким чином, щоб забезпечувати повне заміщення нафти/темного нафтопродукту, що знаходиться в герметичних зливних 2, 56 і циркуляційному 30 колекторах, а також у внутрішньоплощадочних і технологічних трубопроводах (12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 63)

Для цього вибирають певний об'єм розігрітого темного нафтопродукту $V_{\text{пр}}$, що перекачується з резервуарної місткості накопичення і зберігання нафти/темних нафтопродуктів 11, а шуканий час прокачування $t_{\text{пр}}$ розраховують по формулі

$$t_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}}{Q}, V_{\text{пр}} = V_{\text{тр}}$$

де $V_{\text{тр}}$ — об'єм трубопроводів що використовуються для прокачування, м³ (в нашому випадку це трубопроводи 12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27 і колектори 2, 56, 30),

$t_{\text{пр}}$ - час, необхідний на проведення технологічної операції прокачування розігрітої нафти/темного нафтопродукту, год,

Q - продуктивність насоса, що прокачує, м³/год

6 Режим прокачування нафтопродуктом заміщення зливних колекторів 1 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 27, 63 а також блокувальних 12 і підводних трубопроводів 14 повинен здійснюватися таким чином, щоб забезпечувати повне заміщення нафти/темного нафтопродукту, що знаходиться в герметичних зливних 2, 56 і циркуляційному 30 колекторах, а також у внутрішньоплощадочних і технологічних трубопроводах (12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 63)

Як нафтопродукт заміщення у розробленому нафтокомплексі використовують нафтопродукт з температурою застигання не вище за -15°C ÷ -12°C, а саме пічне паливо, або суміш нафтопродуктів відпрацьованих, або сорти легкої нафти

Нами встановлено, що пічне 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

Роботу багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, призначеного для реверсивного

вивантаження-вантаження з залізничних вагоноцистерн нафти і темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, їх зберігання і вантаження-вивантаження на морські судна, у складі двосторонньої комбінованої вантажної залізничної естакади відкритого типу, резервуарних емкостей накопичення і зберігання товарних нафти і темних нафтопродуктів і комплексної насосної станції, що входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи багатofункціонального перевалочного нафтокомплексу, розглянемо для кожного конкретного випадку вантаження-вивантаження

При цьому двосторонню комбіновану залізничну естакаду відкритого типу для зливання-наливання нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, використовують таким чином

Навпроти робочих місць, які розташовано на ґратчастому настипі 52 вантажної залізничної естакади, встановлюються залізничні вагоноцистерни 20 з легкозастигаючою нафтою/темними в'язкими нафтопродуктами (див. фіг. 2), що підлягають вивантаженню. Подальші операції, що описуються нижче, проводяться за допомогою автоматизованої системи управління зливо-наливними операціями (на фіг. 1 - 3 не позначено)

Для забезпечення доступу працюючого персоналу до горловини 43 вагоноцистерни 20 використовується перехідний складаний підравлічний трап 64, що самовстановлюється, який шляхом переміщення в горизонтальній і вертикальній площинах, а також перпендикулярно до вагоноцистерни 20 встановлюється в локальній області горловини 43 вагоноцистерни 20

У вагоноцистерну 20 через горловину 43 опускається парова фурма 45, в яку з колектора подачі перегрітої пари 41 подається перегріта до 250°С пара, внаслідок чого у вагоноцистерні 20 починається розігрівання застиглої нафти/темних в'язких нафтопродуктів. Конденсат, що утворюється в процесі подачі перегрітої пари, виводиться з вагоноцистерни 20 за допомогою конденсатовідвідного пристрою 66

До нижнього зливного пристрою (на фіг. 2 не показано) вагоноцистерни 20 підключається прилад нижнього зливання 21 з вбудованою системою циркуляційного розігрівання з гідромонитором 47. Із колектора циркуляційного розігрівання 30 до вагоноцистерни 20 через її зливний отвір (на фіг. 2 не показано) подається розігріта до 90°С нафта/темні в'язкі нафтопродукти, подібні до нафти/в'язких нафтопродуктів, що розігрівається. Вони через гідромонитор 47 вприскуються до вагоноцистерни 20, і тим самим розігрівають застиглу нафту/в'язкі нафтопродукти, що знаходяться в області основи вагоноцистерни

Розігріта у вагоноцистерні 20 нафта/в'язкі нафтопродукти попадає до колектора нижнього зливання темних нафтопродуктів 2 і далі транспортується, як правило, до резервуарів зберігання 11 або на морські судна 17

У разі вивантаження розігрітої нафти/в'язких нафтопродуктів з вагоноцистерни 20 через колектор верхнього зливання 1, прилад верхнього зливання 59 опускається у верхню горловину 43 ваго-

ноцистерни 20, і розігріта нафта/в'язкі нафтопродукти через прилад верхнього зливання 59 попадають до колектора верхнього зливання 1, або 58. Завдяки розвороту приладу верхнього зливання 59, змонтованого на монтажній колоні 69, в горизонтальній і вертикальній площині обслуговуються несправні залізничні вагоноцистерни 20 по обидва боки вантажної залізничної естакади 19

Дренажні пристрої (на фіг. 2 - 3 не показані) слугують для виконання необхідних дренажних операцій при проведенні зливання-наливання, наприклад, при зачищенні технологічних зливо-наливних трубопроводів від залишків нафти/темних нафтопродуктів, що знаходяться там, і використовуються по мірі необхідності

Відповідні пристрої і системи автоматизованої системи управління зливо-наливними операціями забезпечують автоматизацію і безпеку операцій зливання-наливання і безпеку обслуговуючого персоналу, а саме система пожежегасіння з колектором подачі води 53 і колектором подачі пни 54 з піногенератором, технологічна система уловлювання легких фракцій розігрітої нафти/в'язких нафтопродуктів з колектором 55, повітряний запобіжний компенсатор 65 і перешкоджувач вогню 67

І ЗДІЙСНЕННЯ КОМБІНОВАНОГО РОЗІГРІВАННЯ НАФТИ І ВИСОКОВ'ЯЗКИХ ЛЕГКОЗАСТИГАЮЧИХ ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ, ЩО МАЮТЬ ВИСОКУ ТЕМПЕРАТУРУ ЗАСТИГАННЯ, У ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНОЦИСТЕРНАХ 20

Залізничні вагоноцистерни 20 з нафтою/темними нафтопродуктами встановлюють на робочі місця двосторонньої вантажної залізничної естакади 19. Для забезпечення роботи парових фурми 45 з соплами 46, водяна пара генерується в паровій котельній 39, і потім подається на пароперегрівач 40. На пароперегрівачі 40 пара перегрівається до температури, що складає не менше за 250°С, після чого перегріта пара подається по технологічних внутрішньоплощадочних трубопроводах 41 подачі перегрітої пари до колекторів подачі перегрітої пари 42, що розміщуються в технологічному блоці двосторонньої вантажної залізничної естакади 19

Після цього через верхню горловину 43 в залізничну вагоноцистерну 20 опускається парова фурма 45 з соплами 46, в яку з парового колектора подачі перегрітої пари 42 подається перегріта до температури 250°С водяна пара. Надійна робота парової фурми 45 забезпечується при тиску пари в колекторі подачі перегрітої пари 42, що складає не менше за 3 кг/см^2

Крім того, одночасно з опусканням парової фурми 45 в залізничну вагоноцистерну 20, до її нижнього зливного стакану (на фіг. 1 не позначено) приєднується прилад нижнього зливання 21 з пристроєм циркуляційного розігрівання і пристроєм для вприскування розігрітого циркуляційної нафти/темного нафтопродукту у вигляді гідромонітора 47 з соплами (на фіг. 1 сопла гідромоніторів 47 не позначено), виконаних з можливістю переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни 20 і реверсивного обертання в горизонтальній площині

Через гідромонітори 47 з колектора циркуляційного розігрівання 30 в залізничну вагоноцистерну 20 з резервуара для зберігання розігрітого цир-

куляційної нафти/темного нафтопродукту 28 подається нафта/темний нафтопродукт, заздалегідь розігрітий за допомогою резервуарного підігрівача-теплообмінника темних нафтопродуктів 48, по якому циркулює термомасило, до температури 50 - 90°C

Теплоносій, що подається далі, викликає у ванні з розігрітою нафтою/в'язким нафтопродуктом, що знаходяться у залізничній вагоноцистерні, 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 гідромонітора і через сопла занурювального нагрівача, визначається на основі вимірювань об'єму (товщини) розігрітого продукту, а також температур застигання осаджених фракцій і розігрітих нафти/темних 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 гідромонітора. Тобто кількість теплоносія, що подається з сопел паронагрівача і гідромонітора в різних напрямках, пропорційна масі (об'єму), або товщині продукту, що розігрівається, і який знаходиться у вагоноцистерні.

Внаслідок цього в горизонтальній площині осевого перетину вагоноцистерни створюється рівномірний розподіл щільності теплових струменів по всьому перетину залізничної вагоноцистерни.

Винахід також передбачає нагрівання певної кількості продукту, який відразу зливається, а на його місце надходить холодний продукт. Таким чином, тепло не встигає передатися стінкам вагоноцистерни, а розділяючий продукт між нагрівачами (паронагрівачем і гідромонітором) і стінками залізничної вагоноцистерни є ізолюючим середовищем.

Внаслідок цього забезпечується високий коефіцієнт корисної дії нагрівання і зливання нафти/в'язких темних нафтопродуктів.

Потрібно зазначити, що у винаході, що пропонується, розігрівання нафти/темного нафтопродукту, що знаходиться в резервуарних ємкостях для накопичення і зберігання товарних нафти/темного нафтопродукту 11, в резервуарній ємкості для зберігання циркуляційної нафти/темного нафтопродукту 28, а також у дренажній ємкості 31, забезпечується за допомогою високоефективної технологічної системи розігрівання 48, що працює на термомасилі.

Таким чином, в залізничній вагоноцистерні 20 здійснюється одночасне комбіноване розігрівання нафти/темного нафтопродукту шляхом застосу-

вання парової фурми 45 з соплами 46 і гідромонітора 47 з соплами 3а. За рахунок формування на виході з парових сопел 46 фурми 45 пружних струменів, забезпечується надійне розігрівання нафти/темного нафтопродукту в торцях залізничної вагоноцистерни 20, а за рахунок формування на виході з сопел гідромонітора 47 і розпилення розігрітої нафти/темного нафтопродукту у вигляді пружних паро-рідинних струменів забезпечують розігрівання нафти/темного нафтопродукту в центральній частині залізничної вагоноцистерни 20.

У винаході, що пропонується, система основних внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів (22 - 27), інші допоміжні внутрішньоплощадочні технологічні трубопроводи 36, 38, 41, 63, берегові блокувальні трубопроводи 12, а також підводні технологічні трубопроводи 14 не обладнані системою розігрівання нафти/темного нафтопродукту, що знаходиться в них, на відміну від відомих трубопровідних систем аналогів і прототипів.

Таким чином, застосування комбінованого розігрівання нафти/темного нафтопродукту, що пропонується, в залізничних вагоноцистернах, дозволяє здійснювати розігрівання нафти/темного нафтопродукту відразу по всьому об'єму залізничної вагоноцистерни.

При цьому парова фурма 45 забезпечує розігрівання нафти/темного нафтопродукту в торцевих зонах залізничної вагоноцистерни 20. А інший елемент розігрівання, а саме гідромонітор 47 з соплами, що виконаний з можливістю одночасного переміщення по висоті залізничної вагоноцистерни 20, а також реверсивного обертання в горизонтальній площині, забезпечує розігрівання нафти/темного нафтопродукту в центральній частині залізничної вагоноцистерни 20.

Результати експериментів по застосуванню комбінованого розігрівання нафти/легкозастигаючого темного нафтопродукту в залізничній вагоноцистерні 20 наведено в таблиці 3.

II ЗДІЙСНЕННЯ ВИВАНТАЖЕННЯ НАФТИ І ВИСОКОВ'ЯЗКИХ ЛЕГКОЗАСТИГАЮЧИХ ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНОЦИСТЕРН 20 В РЕЗЕРВУАРНІ ЄМКОСТІ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНИХ НАФТИ/ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ 11

Нафта/темний нафтопродукт із залізничних вагоноцистерн 20 попадає до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, що виконані з можливістю підігрівання 11, де відбувається зберігання і накопичення товарних нафти/темних нафтопродуктів до об'ємів танкерної партії.

Таблиця 3

Результати застосування комбінованого розігрівання нафти/легкозастигаючого темного нафтопродукту в залізничній вагоноцистерні

Нафта/нафтопродукт	Початкова температура нафти/нафтопродукту	Температура застигання нафти/нафтопродукту	Температура продукту після розігрівання	Час розігрівання, год/хв			Вміст рідини в кінцевій нафті/нафтопродукті, %		
				застосування паро підігрівання 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 підомонітора 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 підомонітора з температурою темного нафтопродукту 50°C
Нафта (вагоноцистерна)	-5°C	+15°C	+34°C	2 год 20 хв	0 год 32 хв	не застосовувався	3,1%	0,6%	-
Мазут (вагоноцистерна)	+4°C	+28°C	+36°C	6 год 26 хв	2 год 56 хв	2 год 12 хв	6,0%	1,9%	1,26%

Зберігання товарної нафти/темного нафтопродукту проводиться при температурі, що є не нижчою за 55°C. Підтримання такої температури забезпечується за рахунок високоефективної технологічної системи підігрівання 48, де як теплоносії використовуються термомасило, розігріте до температури 250°C, що подається до технологічної системи підігрівання 48 по внутрішньоплощадочних трубопроводах циркуляції термального мастила 38 від термомасильної котельні 37. При цьому у термомасильній котельні 37 термомасило попередньо підігрівається до необхідної робочої температури за допомогою підігрівача термального мастила 49, що встановлений у термомасильній котельні 37.

При умові одночасного вивантаження з одного боку двосторонньої вантажної залізничної естакади 19 тридцяти залізничних вагоноцистерн з мазутом (при загальній вазі нафти/темних нафтопродуктів 2000 - 2200 тонн), і обмеженні на час проведення технологічної операції по вивантаженню вказаної нафти/темного нафтопродукту, який не повинен перевищувати 1,5 години, необхідно кожний колектор нижнього зливання 2 і 56 вантажної залізничної естакади 19 технологічно об'язувати відповідно на два циркуляційних насоси 6 і 61.

У цьому випадку розігріта в залізничній вагоноцистерні 20 нафта/темний нафтопродукт через прилад нижнього зливання 21 і зливні прилади (на фіг не позначено) колекторів нижнього зливання 2 (56) попадає через всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 (63) в насосний агрегат 6 (61), який по напірних внутрішньоплощадочних трубопроводах 23 (63) подає нафту/темні нафтопродукти, що перекачуються, до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11.

Товарні операції по перекачуванню сирої нафти із залізничних вагоноцистерн 20 в резервуарні ємкості 11 проводять по спеціально призначеним для цієї мети і встановленим в насосно-трубопровідній технологічній системі багатопрофільного перевалочного нафтокомплексу внутріш-

ньоплощадочним трубопроводам 63 насосної сирі нафти.

III ЗДІЙСНЕННЯ ВАНТАЖЕННЯ НАФТИ І ВИСОКОВ'ЯЗКИХ ЛЕГКОЗАСТИГАЮЧИХ ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ З РЕЗЕРВУАРІВ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНИХ НАФТИ/ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ 11 ДО ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНОЦИСТЕРН 20

У цьому випадку розігріта нафта/темний нафтопродукт, що зберігається в резервуарі накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, по системі внутрішньоплощадочних трубопроводів 24 (або 63) насосних агрегатів подається на всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 насосного агрегату 6 (або 61), а потім до нижніх зливних колекторів 2 (або 56), і через прилади нижнього зливання 21 подається до залізничної вагоноцистерни 20.

IV ЗДІЙСНЕННЯ ПРОКАЧУВАННЯ РОЗІГРІТОЮ НАФТОЮ/ТЕМНИМ НАФТОПРОДУКТОМ КОЛЕКТОРІВ НИЖЬОГО ЗЛИВАННЯ 1, А ТАКОЖ ВНУТРІШНЬОПЛОЩАДОЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ 22, 23, 24, 25, 63 ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ЗАСТИГАННЯ НАФТИ/ТЕМНОГО НАФТОПРОДУКТУ В ПЕРЕРВАХ МІЖ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ОПЕРАЦІЯМИ ПО ЗЛИВАННЮ-НАЛИВАННЮ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНОЦИСТЕРН 20

Така ситуація виникає, наприклад, в період переподачи залізничних вагоноцистерн 20 на під'їзні шляхи. У цьому випадку розігріта нафта/темний нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 24 (63) поступає в насос 6 (або 61), потім в колектори нижнього зливання 2 (або 56), і через всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 (або 63) знов попадає в інший насос 6 (або 61), який по напірних внутрішньоплощадочних трубопроводах 23 (або 63) подає темні нафтопродукти, що перекачуються, в резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11.

Можлива також зміна напрямку руху нафти/темного нафтопродукту по вказаній системі

трубопроводів і колекторів, тобто здійснення реверсивного руху нафти/темного нафтопродукту. Таке короточасне реверсивне прокачування розігрітої нафти/темного нафтопродукту дозволяє підтримувати необхідну температуру в колекторах нижнього зливання 2 (або 56) і у внутрішньоплощадочних трубопроводах 22, 23, 24 (або 63) у разі нетривалих технологічних перерв між зливоналивними операціями, що дозволяє уникнути трудомістких операцій по зачищенню колекторів нижнього зливання 2 (або 56) і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24 (або 63).

V ЗДІЙСНЕННЯ ДЛЯ ВАНТАЖЕННЯ НАФТИ/ТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ НА ТАНКЕР 17 З РЕЗЕРВУАРНОЇ ЄМКОСТІ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНИХ НАФТИТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ 11

У цьому випадку розігрітий нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 25 (або 63) підводів насосних агрегатів поступає в насосний агрегат 4 подачі розігрітої нафти/темних нафтопродуктів на танкер 17, звідки нафта/темні нафтопродукти подаються в берегові блокувальні трубопроводи 12, берегову камеру перемикавання 13, підводні технологічні трубопроводи 14, підводні гнучкі шлангові системи 16, і далі на танкер 17. При цьому є можливим одночасне вантаження по двох паралельно розташованих технологічних лініях вантаження нафти/темних нафтопродуктів у складі трубопроводів 12, 14, 16.

Таким чином, вантаження сирої нафти на морське судно (танкер) 17 також проводять, як і вантаження темних нафтопродуктів, по вантажній лінії у складі берегових блокувальних трубопроводів 12, підводних технологічних трубопроводів 14 і гнучких шлангових системах 16 за допомогою насосних агрегатів 4.

VI ЗДІЙСНЕННЯ ВИВАНТАЖЕННЯ НАФТИТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНОЦИСТЕРН 20 БЕЗПОСЕРЕДНЬО НА ТАНКЕР 17, ОМИНУВШИ РЕЗЕРВУАРНІ ЄМКОСТІ НАКОПИЧЕННЯ І ЗБЕРІГАННЯ ТОВАРНИХ НАФТИТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ 11

У цьому випадку розігріта в залізничній вагонцистерні 20 нафта/темний нафтопродукт через прилади нижнього зливання 21 попадає до зливного колектора 2 (або 56). Потім нафта/темний нафтопродукт по всмоктуючих внутрішньоплощадочних трубопроводах 22 (або 63) попадає в насосний агрегат 4, після чого через берегові блокувальні трубопроводи 12, підводні технологічні трубопроводи 14 і підводні гнучкі шлангові системи 16 поступає на танкер 17.

VII ЗДІЙСНЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕРВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВАНТАЖЕННЯ НАФТИТЕМНИХ НАФТОПРОДУКТІВ

Під час вантаження нафти/темного нафтопродукту на танкер 17 може виникнути необхідність в здійсненні технологічних перерв на нетривалий час (до 1 доби) в проведенні вантажних операцій. Це може бути викликано, наприклад, поганими погодними умовами (шторм), або технічними причинами (наприклад, поломкою насосних агрегатів). У цьому випадку виникає необхідність термінового

видалення з берегових блокувальних 12 і підводних технологічних трубопроводів 14 нафти/темного нафтопродукту, інакше він застигне.

Операція по заміщенню нафти/легкозастигаючого темного нафтопродукту іншою нафтою/темним нафтопродуктом в цьому випадку є недоцільною і небажаною, оскільки це приводить до вимушених тривалих технологічних перерв в проведенні вантажних операцій.

Для запобігання застиганню нафти/темного нафтопродукту в берегових блокувальних 12 і підводних технологічних трубопроводах 14 передбачено здійснювати режим прокачування розігрітої нафти/темного нафтопродукту по береговим блокувальним 12 і підводним технологічним трубопроводам 14.

У цьому випадку розігрітий темний нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 25 (або 63) підводу насосних агрегатів попадає в резервний насосний агрегат 5 (або 61) вивантаження нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагонцистерн 20, а потім в технологічну лінію вантаження в складі берегового блокувального трубопровода 12, підводного технологічного трубопровода 14 і підводної гнучкої шлангової системи 16.

Далі через запірний клапан маніфольда 18 танкера 17 розігріта нафта/темний нафтопродукт попадає до другої технологічної лінії вантаження нафти/темного нафтопродукту, а потім по зачисним внутрішньоплощадочним трубопроводам 26 назад до резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11.

У технологічній схемі вантаження-розвантаження нафти/темних нафтопродуктів, що описується, сумарний об'єм трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 12, 14, 16, 27 складає $V_{\text{тр}} = 600 \text{ м}^3$, а продуктивність насоса 6 (або 61) становить $Q = 1250 \text{ м}^3/\text{год}$.

Тоді час прокачування розігрітого темного нафтопродукту по технологічній системі трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 12, 14, 16, 27 буде дорівнювати

$$T_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{тр}}}{Q} = \frac{600}{1250} = 0,48 \text{ год} \approx 29 \text{ хв}$$

VIII ЗДІЙСНЕННЯ ЗАЧИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ПО ЗАКІНЧЕННЮ ПРОВЕДЕННЯ ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

По закінченні проведення вантажно-розвантажувальних робіт виникає необхідність зачищення технологічних трубопроводів, а саме внутрішньоплощадочних трубопроводів (22, 23, 24, 25, 26, 27, 63) і колекторів (1, 2, 56, 58, 30). Це здійснюється за допомогою гвинтових зачисних насосів 10 і 62.

У випадку, що розглядається, згідно з технологічним регламентом на проведення вантажно-розвантажувальних робіт, час проведення технологічної операції по зачищенню вказаних трубопроводів t не повинен перевищувати 0,5 години, тобто $t \leq 0,5 \text{ год}$.

$$t = \frac{V}{Q},$$

де V - сумарний об'єм внутрішньоплощадочних трубопроводів (22, 23, 24, 25, 26, 27, 63) і колекторів (1, 2, 56, 58, 30), м^3 ,

Q - сумарна продуктивність зачислених насосів, $\text{м}^3/\text{год}$

У нашому випадку сумарний об'єм внутрішньоплощадочних трубопроводів складає $V \approx 600 \text{ м}^3$, а продуктивність одного гвинтового зачисленого насоса 10 (або 62) дорівнює $Q = 800 \text{ м}^3/\text{год}$. Тоді при умові застосування одного гвинтового зачисленого насоса 10 (або 62) отримаємо

$$t = \frac{600}{800} = 0,75 \text{ год.}$$

а при умові застосування двох гвинтових зачислених насосів 10 отримуємо

$$t = 0,75/2 = 0,38 \text{ год.} \approx 22 \text{ хв.},$$

тобто час зачищення при умові застосування двох гвинтових зачислених насосів 10 скорочується майже в 2 рази

Після закінчення вантаження нафтопродукту на морське судно 17 насосно-трубопровідна технологічна система перевалочного нафтокомплексу працює таким чином

На морському судні 17 закриваються запірні клапани 18 маніфольда. Насосом 35 "забирають" з резервуарної ємкості для зберігання нафтопродукту заміщення 34 нафтопродукт заміщення, і подають його до одного з берегових блокувальних трубопроводів 12

Далі нафтопродукт заміщення витісняє з трубопровідної системи «по кільцю», тобто через перший підводний технологічний трубопровід 14, підводний з'єднувальний колектор 15 із запірнорегулюючою арматурою, другий підводний технологічний трубопровід 14 і другий береговий блокувальний трубопровід 12, застигаюча товарна нафта/темний нафтопродукт, що залишився в них після вантаження, до резервуарної ємкості 11, призначеної для накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів

Накопичена суднова партія нафти/легкозастигаючих темних нафтопродуктів певний час зберігається в берегових резервуарних ємкостях накопичення і зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів 11, де за допомогою системи підігрівання 48 підтримується необхідна температура нафти/темних нафтопродуктів, що перевищує температуру їх застигання

Перед вантаженням нафти/темних нафтопродуктів на морське судно 17 температура нафти/темних нафтопродуктів підвищується до значень температури вантаження ($T_{\text{пгр}}$). Шукана температура вантаження $T_{\text{пгр}}$ визначається на основі наступної умови

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

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

$T_{\text{с}}$ - температура прийому нафти/темного нафтопродукту на морському судні (17), $^{\circ}\text{C}$ (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 нафти/темного нафтопродукту в берегових блокувальних трубопроводах (12), $^{\circ}\text{C}$,

$\Delta T_{\text{пот п тр}}$ - значення зниження температури нафти/темного нафтопродукту в підводних технологічних трубопроводах (14), що визначається по формулі

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

де $L_{\text{б тр}}$ - довжина берегових блокувальних трубопроводів (12), м,

$K_{\text{пот б тр}}$ - коефіцієнт, що враховує втрати температури нафти/темного нафтопродукту в берегових блокувальних трубопроводах (12) 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 берегових блокувальних трубопроводів (12), швидкості руху нафти/темного 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

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

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

$K_{\text{пот п тр}}$ - коефіцієнт втрат температури нафти/темного нафтопродукту в підводних технологічних трубопроводах (14) 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 ($T_{\text{пгр}}$) для умов технологічної системи, що пропонується

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

Таким чином, температура товарної нафти/темного нафтопродукту, призначеного для вантаження на морське судно 17, повинна бути доведена до значення $T_{\text{пгр}} = 68,2^{\circ}\text{C}$

Потім розігрітий до необхідної температури вантаження $T_{\text{пгр}}$ товарна нафта/темний нафтопродукт поступає на один з вантажних насосів 4, який "подає" цей нафтопродукт до одного з берегових блокувальних трубопроводів 12. Потім через берегову камеру перемикання 13 нафта/темний нафтопродукт поступає до підводного технологічного трубопроводу 14, підводного з'єднувального колектора 15, і, при відкритому положенні запірнорегулюючої арматури (на фіг 1 не позначено) підводного з'єднувального колектора 15 надходить до другого підводного технологічного трубопроводу 14, берегової камери перемикання 13 і до другого берегового блокувального трубопроводу 12

При цьому незастигаючий нафтопродукт заміщення, що знаходиться в блокувальному трубо-

проводі 12 і підводних технологічних трубопроводах 11, витісняється до резервуарної ємкості зберігання нафтопродукту заміщення 34

Потім, після закінчення операції по витісненню нафтопродукту заміщення, на морському судні 17 відкриваються запірні клапани 18 маніфольда морського судна 17 і підключається другий вантажний насос 4

Таким чином, здійснюється вантаження нафтопродукту по двох вантажних лініях технологічних трубопроводів, що складаються з берегового блокувального трубопровода 12, підводного технологічного трубопровода 14 і підводних гнучких шлангових систем 16

Перед вантаженням товарної нафти/темного нафтопродукту на морське судно 17 здійснюють його рециркуляційне прокачування «по кільцю» з метою витіснення нафтопродукту заміщення з технологічної системи трубопроводів. Потім, перед початком вантаження товарної нафти/темного нафтопродукту по двох вантажних лініях технологічних трубопроводів, за необхідності підключається гвинтовий насос 10 (або 62) для протискування пробок, що утворюються у вищевказаній системі технологічних трубопроводів

Таким чином, гвинтовий насос 10 (або 62) також використовується як для зачищення, так і для прокачування по системі технологічних трубопроводів першої партії (струменя) товарної нафти/темного нафтопродукту

Його застосування в якості прокачувального засобу викликане тим, що проходження першої партії нафти/темного нафтопродукту по незаповнених технологічних трубопроводах, як правило, є утрудненим, і для прокачування першої партії нафти/темного нафтопродукту, що перекачується, необхідно підіймати тиск в трубопроводі до значень $P_{\text{прод сист}}$

Цю двоєдину задачу у комплексному винаході, що пропонується вирішують за допомогою використання одного з насосів 10 (або 62) гвинтового типу

Вищеописана технологічна схема для реалізації режиму заміщення була частково змодельована і перевірена на нафтокомплексі ФПЗНП при вантаженні на морське судно 17 високов'язкої нафти, що мала температуру застигання $+15^{\circ}\text{C}$. Вантаження виконувалось у зимовий період року при температурі повітря навколишнього середовища $+15^{\circ}\text{C}$

При цьому нафта, що знаходилась в берегових блокувальних трубопроводах 12, застигла, і

відцентровими вантажними насосами 4, що мали продуктивність $Q = 1250\text{ м}^3/\text{год}$, на морське судно 17 не вивантажувалась

За рахунок вищеописаного дволінійного з'єднання технологічних вантажних трубопроводів, призначених для вантаження нафти на морське судно 17, що було відшвартоване до безпричального рейдового пункту «Південний», в береговій камері перемикання 13 було змодельовати «кільце» для прокачування нафти

За допомогою підключеного до схеми гвинтового насоса 10 (або 62) продуктивністю $Q = 375\text{ м}^3/\text{год}$ було почато прокачування нафти спочатку «по кільцю», а потім і до вантажних танків морського судна 17

При цьому запобіжний пристрій від аварійного перевищення внутрішньотрубного тиску, що розташований у береговій камері перемикання (на фіг 1 не позначений) не спрацьовував

Експериментальні дані для вищеописаного досліду наведено в таблиці 4. З таблиці 4 видно, що внаслідок нетривалої роботи гвинтового насоса 10 (або 62), в технологічній трубопроводній системі були ліквідовані пробки із застиглої нафти. Після цього вантаження нафта на судно 17 продовжувалась за рахунок роботи основних вантажних насосів 4 (або 61) відцентрового типу

Слід зазначити, що попереднє прокачування нафти «по кільцю» по технологічній системі трубопроводів за рахунок роботи основного вантажного насоса 4 (або 61) відцентрового типу не відбулося, оскільки в технологічній системі трубопроводів утворилися пробки із застиглої нафти

При реалізації технічних і технологічних рішень по створенню багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу, що пропонується, і при будівництві на основі цих рішень двосторонньої вантажної залізничної естакади з фронтом одночасного проведення вантажних операцій для 60 залізничних вагоноцистерн, пропускну спроможність вказаного нафтокомплексу по прийому темних нафтопродуктів за умови мінімальної (2), середньої (3) і максимальної (4) кількості подач розраховували на основі даних, приведених в таблиці 5

Таким чином, пропускну спроможність багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу по прийому нафти/темних нафтопродуктів з урахуванням значення коефіцієнта нерівномірності завантаження $K_{\text{н}} = 1,5$ буде складати від 1,9 млн тонн (мінімум) до 3,8 млн тонн в рік (максимум)

Таблиця 4

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

Насосне обладнання, що застосовувалось	Нафта/нафтопродукт, що перекачується	Об'єм трубопроводів, що прокачуються, м^3	Час прокачування, хв	Тиск на виході з насоса, $\text{кг}/\text{см}^2$	Тиск спрацьовування клапана запобіжного пристрою, $\text{кг}/\text{см}^2$
Основний насос (4) відцентрового типу продуктивністю $Q=1250\text{ м}^3/\text{год}$	нафта з $T_{\text{заст}} = +15^{\circ}\text{C}$	266	15	5	10

Насосне обладнання, що застосовувалось	Нафта/нафтопродукт, що перекачується	Об'єм трубопроводів, що прокачуються, м ³	Час прокачування, хв	Тиск на виході з насоса, кг/см ²	Тиск спрацювання клапана запобіжного пристрою, кг/см ²
Насос прокачування першого струменя гвинтовий (10) продуктивністю Q = 375 м ³ /год	Нафта з T _{заст} = +15	266	6	7,5	10

Таблиця 5

До розрахунку пропускної спроможності багатofункціонального перевалочного нафтокомплексу по прийому нафти/темних нафтопродуктів

нафти/ темного нафтопродукту	Розрахункова вантажопідйомність однієї вагону-цистерни, тонн	Кількість вагону-цистерн у подачі	Кількість подач за добу	Пропускна спроможність нафтокомплексу по прийому темних нафтопродуктів		
				Добова Q _{сп} , тонн	місячна, тонн	річна при K _н = 1,5, млн тонн
Мазут М100	66	60	2	7920	237600	1,9
			3	11880	356400	2,8
			4	15840	475200	3,8

Розрахунок необхідного об'єму резервуарної ємності 11 для забезпечення різних варіантів прийому нафти/темних нафтопродуктів був виконаний, виходячи, зокрема, з умов роботи інфраструктури Феодосійського перевалочного нафтокомплексу, а також на основі формули, приведеної для розрахунку об'єму резервуарної ємності 11 для морських перевалочних складів нафти і темних нафтопродуктів згідно ВБН В 2 2-58 1-94 [5, 6], а саме

$$V_m = \frac{K_c}{K_v \cdot \gamma} \left[\frac{Q_{год} \cdot K_c \cdot K_{мн} \cdot K_{спр} \cdot K_p + Q_{сп}(m \cdot K_n - 1)}{Pr} \right],$$

де K_c - безрозмірний коефіцієнт сортності (у випадку, що розглядається, виходячи з умов трьох сегрегованих об'ємів перевалки, приймаємо K_c = 1,05),

K_v - безрозмірний коефіцієнт використання об'єму резервуара (звичайно знаходиться в межах 0,83 - 0,85, тому у випадку, що розглядається, приймаємо K_v = 0,85),

γ - питома вага нафтопродукту (у випадку, що розглядається, γ = 1,015 тонн/м³),

Q_{год} - річний об'єм перевалки (див табл. 6),

Pr - розрахункова кількість робочих днів в році, яка визначається по наступній формулі

$$Pr = 365 \cdot n \cdot K_{зан},$$

де n - кількість причалів (у випадку, що розглядається, n = 1),

K_{зан} - безрозмірний коефіцієнт зайнятості при-

чалів (у випадку, що розглядається, K_{зан} = 0,5),

тоді

$$Pr = 365 \cdot 1 \cdot 0,5 = 182,5 \text{ (днів)},$$

K_{сп} - безрозмірний коефіцієнт нерівномірності добового відвантаження (для мазуту знаходиться в межах 2,01 - 3,0, а у випадку, що розглядається, приймаємо K_{сп} = 2,5),

K_{мн} - безрозмірний коефіцієнт місячної нерівномірності прибуття морських суден (для мазуту знаходиться в межах 1,06 - 1,92, а у випадку, що розглядається приймаємо K_{мн} = 1,5),

K_{спр} - безрозмірний коефіцієнт попиту (у випадку, що розглядається, встановлено K_{спр} = 1,15),

K_p - безрозмірний коефіцієнт, що враховує час знаходження резервуарів в ремонті (у випадку, що розглядається, встановлено K_p = 1,06),

Q_{сп} - середньодобовий об'єм надходження нафтопродуктів, тонн (див табл. 5),

m - кількість неробочих днів за метеоумовами (у випадку, що розглядається, виходячи з місцевих умов і досвіду метеоспостережень, приймаємо m = 6),

K_n - безрозмірний коефіцієнт, що враховує часткове використання ємності, призначеної для добового відвантаження (у випадку, що розглядається, встановлений K_n = 0,8)

Розрахунок необхідної резервуарної ємності (об'єму) 11 для забезпечення різних варіантів прийому нафти/темних нафтопродуктів наведено в таблиці 6

Таблиця 6

До розрахунку необхідної резервуарної ємкості для забезпечення різних варіантів прийому нафти/темних нафтопродуктів

об'єм перевалки зарік $Q_{\text{год}}$ млн тонн	густина, нафти/темного нафтопродукту, тонн/м ³	значення розрахункових коефіцієнтів						кількість причалів, шт	кількість неробочих днів за метеорологічними умовами, днів	розрахунковий об'єм резервуарної ємкості, м ³
		K_c	K_v	K_{ch}	K_{MH}	K_{spr}	K_p			
1,9	1,015	1,05	0,85	2,5	1,5	1,15	1,06	1	6	60000
2,8	1,015	1,05	0,85	2,5	1,5	1,15	1,06	1	6	130000
3,8	1,015	1,05	0,85	2,5	1,5	1,15	1,06	1	6	180000

Розроблені при експлуатації замкнутого екологічно чистого багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу режими комбінованого розігрівання нафти і темних в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, при вивантаженні їх із залізничних вагоноцистерн, під час зберігання в резервуарних ємкостях і при вантаженні на морські судна, мають наступні переваги

застосування розробленого комбінованого високоефективного розігрівання нафти/темних нафтопродуктів у залізничних вагоноцистернах дозволяє значно (в 2 - 3 рази) скоротити час на проведення розвантажувальних операцій,

застосування для розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах перегрітої пари з температурою, що перевищує 250°C, і яка доставляється до нафти/темного нафтопродукту за допомогою парових фурм, дозволяє зберегти якість кінцевого товарної нафти/темного нафтопродукту, а також не допустити його обводнення,

застосування в технологічній системі розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в резервуарних ємкостях для зберігання товарних і циркуляційних нафти/темних нафтопродуктів, а також у дренажній ємкості 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 нафти/темних нафтопродуктів в резервуарах для їх накопичення і зберігання, а також у резервуарі зберігання циркуляційної нафти/темного нафтопродукту і у дренажній ємкості, при цьому система розігрівання нафти/темних нафтопродуктів в резервуарах є замкнутою системою з багаторазовим використанням теплоносія,

використання розігрітої нафти/темних нафтопродуктів як теплоносія в схемі комбінованого циркуляційного розігрівання нафти/темних нафтопродуктів, що знаходяться в залізничній вагоноцистерні, дозволяє зменшити витрати тепла на їх розігрівання,

застосування розробленого винаходу дозволяє відмовитися від розігрівання нафти/темних нафтопродуктів, що знаходяться всередині блокувальних і внутрішньоплощадочних трубопроводів,

оскільки після закінчення технологічної операції вказані трубопроводи звільняються від нафти/темних нафтопродуктів шляхом роботи насосних агрегатів,

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

застосування закритих герметичних колекторів зливання розігрітої нафти/темних нафтопродуктів, що експлуатуються без системи підігрівання і

теплоізоляції, значно здешевлює вартість проекту і істотно поліпшує екологічні показники при реалізації винаходу,

здійснюється герметичний, екологічно безпечний прийом і вивантаження нафти/темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн до резервуарних ємкостей накопичення зберігання товарних нафти/темних нафтопродуктів і далі на морські судна,

застосовується технологічна система внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів і зливо-наливних колекторів без використання супутньої технологічної системи підігрівання за рахунок застосування нових технічних і технологічних рішень по організації операційної діяльності з нафтою/легкозастигаючими темними нафтопродуктами, що значно здешевлює вартість будівництва перевалочного нафтокомплексу і знижує витрати на його експлуатацію,

застосовується нова технологічна схема вантаження нафти/легкозастигаючих темних нафтопродуктів на морські судна по підводному технологічному трубопроводу без здійснення підігрівання у вантажній системі технологічних трубопроводів, що знижує вартість будівництва вантажної системи технологічних трубопроводів не менш, ніж в три рази, значно спрощує технічні і технологічні будівельні рішення, а також зменшує експлуатаційні витрати,

застосовуються нові технологічні рішення по вивільненню трубопроводів технологічних систем від застигаючої нафти/темного нафтопродукту за допомогою використання циркуляції незастигаючого нафтопродукту заміщення,

здійснюється багатоваріантне використання технологічного обладнання і внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, тобто насосно-трубопровідної системи перевалочного нафтокомплексу,

при одній і тій же потужності двостороннього

вантажної залізничної естакади (тобто у випадку одночасного знаходження під вантажними операціями 60 залізничних вагоноцистерн) досягається збільшення пропускної спроможності вантажної залізничної естакади в 1,5 - 2 рази за рахунок скорочення часу і витрат на технологічні операції по розігріванню і вивантаженню нафти/темних нафтопродуктів.

Технічні рішення по використанню котельної, що працює на термомасилі, для підігрівання нафти/темних нафтопродуктів в залізничних вагоноцистернах і резервуарних ємкостях для зберігання нафти/темних нафтопродуктів, є ефективним і надійним засобом при експлуатації системи розігрівання розробленого багатофункціонального перевалочного нафтокомплексу внаслідок наступних чинників

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

обладнання і підігрівані, що працюють на термомасилі, не руйнуються від корозії, тому вони є довговічними, внаслідок цього не відбувається забруднення термомасила нафти/темними нафтопродуктами,

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

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

Крім того, вищезгадані технологічні рішення дозволяють

здійснювати на вантажній залізничній естакаді 19 одночасно товарні операції по вивантаженню із залізничних вагоноцистерн 20 як темних нафтопродуктів, так і сирої нафти, що дозволяє прово-

дити подачу залізничних вагоноцистерн 20 під вивантаження упереміш, тобто без сортування і проведення додаткових маневрових робіт із залізничними вагоноцистернами, останнє дозволяє істотно скоротити час на підготовчі вантажорозвантажувальні операції,

одночасно використовувати одну з складових частин багатoproфільного перевалочного нафтокомплексу, що найбільш дорого коштує, а саме технологічну систему вантаження нафтопродукту на морське судно 17, як для вантаження сирої нафти, так і для вантаження темних нафтопродуктів, використовувати одні і ті ж резервуарні ємкості 48 для накопичення і зберігання як сирої нафти, так і темних нафтопродуктів,

максимально використовувати обладнання, що входить до складу вантажної залізничної естакади 19 (прилади нижнього зливання 21, прилади верхнього зливання 59, перехідні трапи 64 і інші) при виконанні товарних операцій як з сирою нафтою, так і з темними нафтопродуктами

Джерела інформації

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

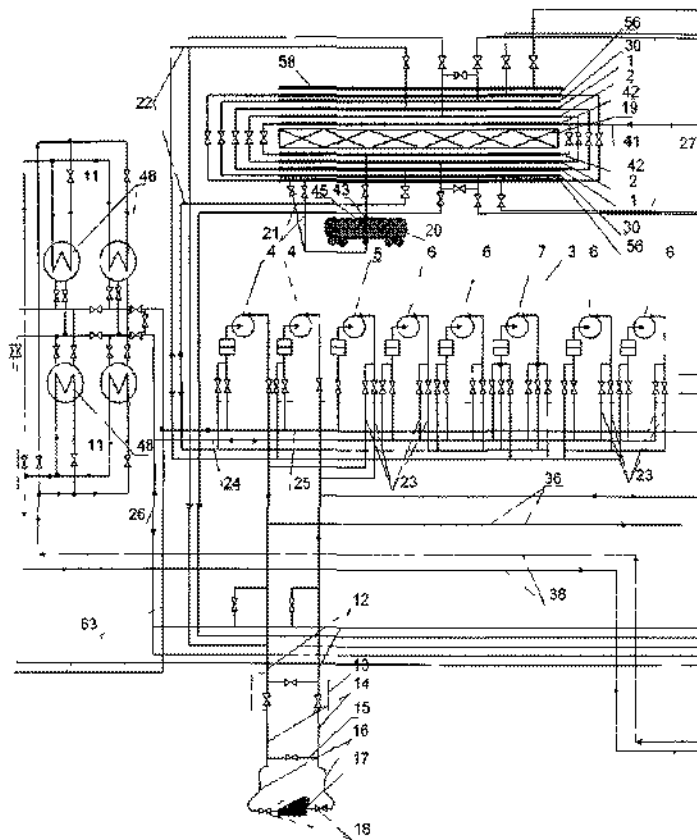
2 Едигаров С. Г., Михайлов В. М., Прохоров А. Д., Юфин В. А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз М. Недра, 1982 - С. 196 - 199

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

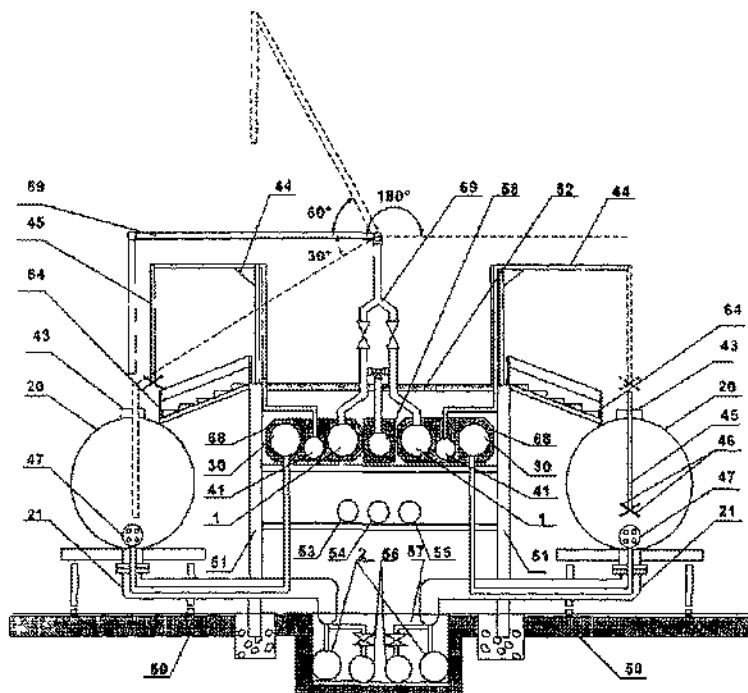
4 Едигаров С. Г., Михайлов В. М., Прохоров А. Д., Юфин В. А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз - М. Недра, 1982 - С. 155 - 156

5 ВБН В 2.2-58.1-94 Проектирование складов нефти и нефтепродуктов с давлением насыщенных паров не выше 93,3кПа

6 Рогозник В. В., Гриплъ М. А., Хачикян Л. А. Эксплуатационные газонафтового комплекса (до-відник) - К. Росток, 1998 - 431 с



Dir. 1



Dir. 2

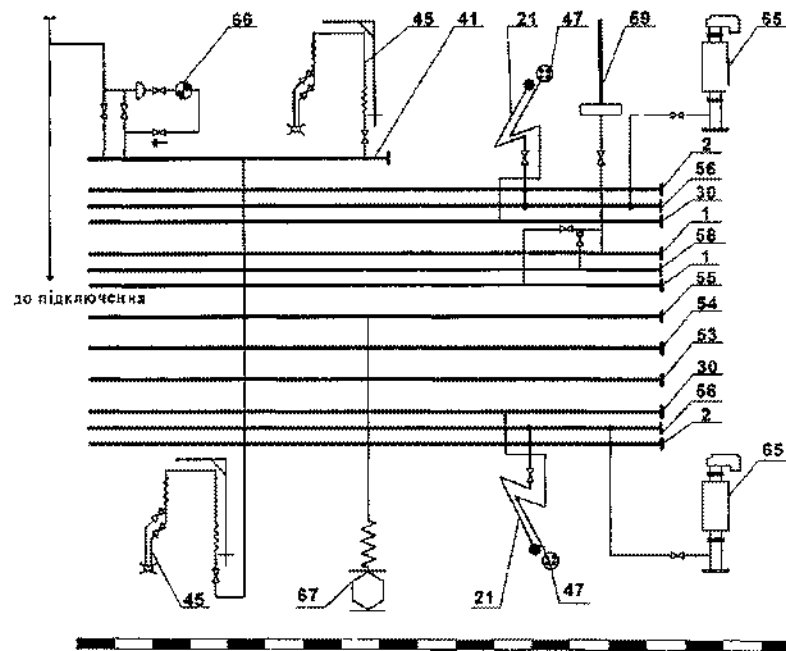


Fig. 3

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
 вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
 (044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
 (044) 216 – 32 – 71