

Винахід відноситься до насособудування, і стосується проблем експлуатації насосних станцій, що використовуються для перевалки і транспортування в'язких темних нафтопродуктів, що мають температуру застигання вище за 0°C, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна і у зворотному боці, тобто з морських суден до залізничних вагонів-цистерн використовуючи проміжну ланку у вигляді резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, і може знайти застосування для насосних станцій, що використовуються на перевалочних, розподільних і приймальних нафтобазах.

Відомий спосіб експлуатації насосної станції, здійснюваний шляхом регулювання подачі насосної станції з жорсткими лопатевими насосами, підключеними паралельно групами до декількох загальних ниток напірних трубопроводів. При цьому регулювання подачі насосів здійснюють за рахунок зміни гідравлічного опору напірних трубопроводів перепуском частини рідини з однієї нитки трубопроводу в іншу через регульований дросельний пристрій, а величину перепаду тиску на пристрої встановлюють відповідно до заданої залежності [1].

Недоліком відомого способу експлуатації насосної станції є неможливість його використання для насосної станції, за допомогою якої здійснюється перевалка і транспортування в'язких темних нафтопродуктів, що мають температуру застигання вище за 0°C, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, і зворотному боці.

Як прототип вибраний спосіб експлуатації насосної станції для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, і у зворотному боці, що включає встановлення і подальшу експлуатацію насосів, які забезпечують вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю підігрівання темних нафтопродуктів, насосів, що забезпечують доставку розігрітих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, насосів що забезпечують вантаження розігрітих темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання як до залізничних вагонів-цистерн, так і на морські судна по технологічній лінії вантаження темних нафтопродуктів, до складу якої входять береговий блокувальний трубопровід, підводний технологічний трубопровід і підводна гнучка шлангова система, системи зливних колекторів двосторонньої вантажної залізничної естакади, а також системи внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи, яка виконується з можливістю підігрівання технологічних трубопроводів і насосів, що входять до її складу, причому насосна станція також входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази [2]. Недоліками здійснення експлуатації насосної станції за способом прототипу є:

неможливість багатоваріантного використання насосних агрегатів 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 насосної станції без будівництва додаткової інфраструктури для підігрівання технологічних трубопроводів, в тому числі внутрішньоплощадочних, а також фільтрів, насосних агрегатів і дренажних систем;

неможливість здійснення реверсивного руху темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах, що різко знижує якість зачищення технологічних трубопроводів від залишків темних нафтопродуктів;

використання відкритого зливного колектора темних нафтопродуктів, в якому здійснюється інтенсивне розігрівання темного нафтопродукту, внаслідок чого відбуваються великі втрати тепла і випаровування розігрітого темного нафтопродукту, а також забруднюється навколишнє середовище.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу експлуатації насосної станції шляхом оптимізації конструкції і функціонального складу елементів, що входять до її складу, а також реалізації можливості їх багатоваріантного використання з тим, щоб з їх допомогою забезпечити як вивантаження, так і вантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна і зворотному боці, без застосування системи підігрівання технологічних трубопроводів і насосних агрегатів насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази, яка дорого коштує.

Вказана мета досягається тим, що відповідно до способу експлуатації насосної станції для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, і у зворотному боці, що включає встановлення і подальшу експлуатацію насосів, які забезпечують вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю підігрівання темних нафтопродуктів, насосів, що забезпечують доставку розігрітих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, насосів що забезпечують вантаження розігрітих темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання як до залізничних вагонів-цистерн, так і на морські судна по технологічній лінії вантаження темних нафтопродуктів, до складу якої входять береговий блокувальний трубопровід, підводний технологічний трубопровід і підводна гнучка шлангова система, системи зливних колекторів двосторонньої вантажної залізничної естакади, а також системи внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів, що входять до складу трубопровідно-насосної системи, причому насосна станція входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази, в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази встановлюють з подальшою експлуатацією резервуарну ємкість зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, яку виконують з можливістю підігрівання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, не менше трьох циркуляційних насосів циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту, один з яких вибирають резервним, два герметичних колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, а також другу технологічну лінію вантаження темних нафтопродуктів, яку розміщують паралельно першій технологічній лінії вантаження темних нафтопродуктів, як систему внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів використовують всмоктуючі внутрішньоплощадочні трубопроводи, напірні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів, транспортні внутрішньоплощадочні трубопроводи насосних агрегатів,

внутрішньооплощадочні трубопроводи підводу насосних агрегатів, зачисні внутрішньооплощадочні трубопроводи, а також внутрішньооплощадочні трубопроводи циркуляційного розігрівання, які встановлюють в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази, систему зливних колекторів роблять з можливістю здійснення зливання-наливання і виконують у вигляді двох колекторів нижнього зливання-наливання і двох колекторів верхнього зливання-наливання, причому технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази у вигляді системи зливних колекторів і системи внутрішньооплощадочних технологічних трубопроводів виконують герметичними, замкненими і розділеними запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки, у насосній станції розміщують насосну темних продуктів і циркуляційну насосну розігрітих темних нафтопродуктів, при цьому насосну темних продуктів виконують у складі двох циркуляційних насосів подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно, циркуляційного резервного насоса вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн чотирьох циркуляційних насосів вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, а також циркуляційного резервного насоса вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн причому кожний циркуляційний насос подачі розігрітих темних нафтопродуктів на морське судно технологічно об'язують на відповідну технологічну лінію вантаження, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язують на герметичний колектор нижнього зливання, а також на резервуарну ємкість накопичення і зберігання темного нафтопродукту за допомогою напірних внутрішньооплощадочних трубопроводів насосних агрегатів і транспортних внутрішньооплощадочних трубопроводів, кожну пару циркуляційних насосів вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язують на правий і лівий герметичні колектори нижнього зливання, циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язують на обидві технологічні лінії вантаження, а також на герметичний колектор нижнього зливання, циркуляційну насосну розігрітих темних нафтопродуктів виконують у складі поршневого насоса верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагонів-цистерн, а також двох гвинтових зачисних насосів, причому поршневий насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагонів-цистерн технологічно об'язують на колектор верхнього зливання, а також на систему внутрішньооплощадочних трубопроводів, кожний гвинтовий зачисний насос технологічно об'язують на систему внутрішньооплощадочних трубопроводів, а також на герметичні колектори нижнього зливання, верхнього зливання і циркуляційного розігрівання, при цьому кожний циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту технологічно об'язують за допомогою внутрішньооплощадочних трубопроводів циркуляційного розігрівання на відповідний герметичний колектор циркуляційного розігрівання, а насоси і запірно-регулюючу арматуру встановлюють з можливістю здійснення реверсивного руху темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах і колекторах, що входять до складу трубопровідно-насосної системи.

Вибирають діаметр транспортних внутрішньооплощадочних трубопроводів і внутрішньооплощадочних трубопроводів підводу насосних агрегатів не менше за 100мм, а діаметр напірних внутрішньооплощадочних трубопроводів насосних агрегатів вибирають не менше за 700мм.

Вибирають діаметр герметичних колекторів нижнього зливання не менше за 1200мм, а діаметр герметичного колектора циркуляційного розігрівання вибирають не менше за 400мм.

Герметичний колектор нижнього зливання встановлюють таким чином, щоб його верхня точка не перевищувала відмітки нижньої зливної склянки залізничного вагона-цистерни, а герметичний колектор циркуляційного розігрівання встановлюють над герметичним колектором нижнього зливання.

Як циркуляційні насоси, що входять до складу насосної темних нафтопродуктів, вибирають циркуляційні насоси, кожний з яких має продуктивність не менше за 1250м³/год і висоту всмоктування не менше за 50м.

Як гвинтовий циркуляційний насос, що входить до складу циркуляційної насосної розігрітих темних нафтопродуктів, вибирають гвинтовий циркуляційний насос, що має продуктивність не менше за 800м³/год.

Кількість гвинтових зачисних насосів вибирають, виходячи з часу, передбаченого регламентом на проведення зачищення системи внутрішньооплощадочних трубопроводів, а також колекторів зливання-наливання і циркуляційного розігрівання.

Зачищення системи внутрішньооплощадочних трубопроводів, а також колекторів зливання-наливання і циркуляційного розігрівання, здійснюють при умові перевищення температури темних нафтопродуктів, що знаходяться в системі внутрішньооплощадочних трубопроводів, а також в колекторах зливання-наливання і циркуляційного розігрівання після проведення вантажно-розвантажувальних робіт, в порівнянні з температурою застигання товарних темних нафтопродуктів, що перекачуються.

Перераховані ознаки способу складають суть винаходу.

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

Типові технологічні насосні станції, за допомогою яких забезпечується вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морське судно, і що входять до складу трубопровідно-насосної системи типової перевалочної нафтобази, є жорстко прив'язаними до наступної схеми роботи: «залізнична вагон-цистерна - насосний агрегат - резервуарна місткість накопичення і зберігання темних нафтопродуктів».

При реалізації традиційної технологічної схеми вивантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн за допомогою здійснення експлуатації насосної станції, темні нафтопродукти, що знаходяться в залізничних вагонах-цистернах, спочатку розігрівають і далі зливають відкритим способом через відкриті нижні зливні пристрої, що розташовані в основі залізничних вагонів-цистерн, до вигрібної траншеї.

У вигрібній траншеї темний нафтопродукт до розігрівається, після чого перекачується в резервуарні ємкості, що призначені 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 термopідігрівання.

Як правило, технологічні способи перевалки високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, які реалізуються за допомогою здійснення експлуатації насосної станції, не передбачають повного звільнення внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів від залишків темних нафтопродуктів після завершення вантажо-розвантажувальних технологічних операцій.

Тому темний нафтопродукт, що залишився в трубопроводах, 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, технологічна система підігрівання містить додаткове і коштовне технологічне обладнання, що забезпечує доставку теплоносія, а також теплообмін в технологічних трубопроводах.

Особливістю розробленого способу експлуатації насосної станції є те, що в технологічному блоці насосно-трубопровідної системи нафтобази встановлюють резервуарну ємкість для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, а також два герметичних колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів.

У свою чергу, як систему внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів використовують 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.

При цьому як систему зливних колекторів, призначених для зливання темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, використовують систему зливо-наливних колекторів, що складається з двох колекторів нижнього зливання і двох колекторів верхнього зливання. Причому систему зливо-наливних колекторів і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів виконують герметичною, замкненою і розділеною запірною-регулюючою арматурою на окремі технологічні дільниці.

Такий склад і виконання системи зливо-наливних колекторів дозволяє здійснювати як верхнє, так і нижнє зливання і наливання темних нафтопродуктів одночасно з двох залізничних вагонів-цистерн; встановлених по обидві сторони від вантажної залізничної естакади, а також використовувати циркуляційне розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, що знаходяться в залізничній вагоні-цистерні, тобто істотно підвищити продуктивність процесу вантаження-розвантаження при здійсненні експлуатації насосної станції.

Таким чином, на відміну від відомих способів експлуатації насосних станцій, в розробленому способі використовують закриті і герметичне зливання розігрітих високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн по герметичних колекторах нижнього і верхнього зливання.

Крім того, для здійснення подачі до залізничних вагонів-цистерн розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту застосовують герметичні колектори циркуляційного розігрівання застигаючого темного нафтопродукту.

Як правило, існуючі технологічні насосні станції, що забезпечують вивантаження темних нафтопродуктів, які мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна і у зворотному боці, містять насосні агрегати, що забезпечують вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, насосні агрегати, що забезпечують доставку розігрітих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів, насосні агрегати, що забезпечують вантаження розігрітих темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання як до залізничних вагонів-цистерн, так і на морські судна, зливні колектори відкритого типу або вигрібні траншеї, а також систему підігрівання насосних агрегатів, що забезпечують технічні операції по транспортуванню темних нафтопродуктів по системі внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази [2 - 3].

Основні недоліки способів експлуатації типових насосних станцій полягають в наступному:

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

неможливість постійної і безпечної експлуатації 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 темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах;

наявність відкритого зливного колектора темних нафтопродуктів, в якому здійснюється інтенсивне розігрівання темного нафтопродукту, і як наслідок, відбуваються великі втрати тепла, а також випаровування розігрітого темного нафтопродукту і забруднення навколишнього середовища.

Розроблений спосіб експлуатації насосної станції позбавлений усіх вищезазначених основних недоліків відомих способів експлуатації насосних станцій. Принципова технологічна схема насосної станції для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, яка входить до складу технологічного блоку трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази, і за допомогою якої здійснюється розроблений спосіб експлуатації вказаної насосної станції, показана на фіг.

Насосна станція для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн; на морські судна і у зворотному боці, містить систему зливних колекторів, що виконана з можливістю здійснення зливання-наливання, і яка включає в себе два герметичних колектори нижнього зливання 1 і два герметичних колектори верхнього зливання 2; насосну темних нафтопродуктів 3, до складу якої входить циркуляційний насос (2шт.) подачі (або вантаження) розігрітих

темних нафтопродуктів на морське судно (танкер) 4, циркуляційний резервний насос вивантаження (подачі) темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 5, циркуляційний насос (4шт.) вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн 6, а також циркуляційний резервний насос вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн 7; циркуляційну насосну розігрітих темних нафтопродуктів 8, до складу якої входить поршневий насос верхнього зливання темних нафтопродуктів з несправних залізничних вагонів-цистерн 9 і гвинтовий зачисний насос 10 (2шт.); резервуари! ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11 (на фіг. їх 4шт.), що виконані з можливістю підігрівання; берегові блокувальні трубопроводи 12 (2шт.); берегову камеру перемикання 13; підводні технологічні трубопроводи 14 (2шт.); підводний з'єднувальний колектор 15; підводні гнучкі шлангові системи 16 (2шт.); морське судно (танкер) 17; запірний клапан маніфольда 18 морського судна (2шт.); двосторонню вантажну залізничну естакаду 19; залізничну вагон-цистерну 20; прилад нижнього зливання 21 залізничної вагона-цистерни; систему внутрішньоплощадочних трубопроводів, до 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 циркуляційного темного нафтопродукту 28, виконану з можливістю підігрівання; циркуляційні насоси циркуляційного прокачування розігрітого темного нафтопродукту 29 (3 шт.); герметичний колектор циркуляційного розігрівання 30.

Одна технологічна лінія вантаження складається (умовно) з берегового блокувального трубопровода 12, підводного технологічного трубопровода 14 і підводної гнучкої шлангової системи 16. У насосній станції паралельно першій технологічній лінії вантаження розміщують другу технологічну лінію вантаження (відповідно для вантаження на лівий і правий борт морського судна 17).

При цьому технологічні трубопроводи трубопровідно-насосної системи перевалочної нафтобази у вигляді системи зливних і наливних колекторів 1 і 2, а також колектора циркуляційного розігрівання 30, і системи внутрішньоплощадочних технологічних трубопроводів (23, 24, 25, 25, 27), виконують герметичними, замкненими і розділеними запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки (на фіг. не позначено) з метою покращення управління і можливості багатоваріантного використання насосних агрегатів насосної станції при здійсненні перевалки темних нафтопродуктів.

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

Кожну пару циркуляційних насосів 6 вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн технологічно обв'язують на правий і лівий герметичні колектори нижнього зливання 1 вантажної залізничної естакади 19.

Циркуляційний насос 7 вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн с резервним, і у разі виходу з ладу якого-небудь з насосів 6 цей насос підключають 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 ємкість накопичення і зберігання темного нафтопродукту 11 за допомогою внутрішньоплощадочних трубопроводів 23 і 24. Циркуляційний насос 7 також технологічно обв'язують на колектор нижнього зливання 1.

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

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

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

Гвинтові зачисні насоси 10 призначені для виконання технологічних операцій по зачищенню всіх вищезгаданих внутрішньоплощадочних трубопроводів (22, 23, 24, 25, 26, 27), а також колекторів верхнього 1 зливання, нижнього 2 зливання і циркуляційного розігрівання 30. Тому ці насоси технологічно обв'язують на внутрішньоплощадочні трубопроводи 22, 23, 24, 25, 26, 27, на колектор нижнього зливання 1, колектор верхнього зливання 2, колектор 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. Це дозволяє економити час, що відводиться на зачищення, а також забезпечити компактність насосної станції при збереженні її функціональних характеристик.

Визначальним чинником успішної реалізації способу є те, що зачищення системи технологічних трубопроводів у складі системи внутрішньоплощадочних трубопроводів, а також колекторів зливання-наливання і циркуляційного розігрівання, здійснюють при умові перевищення температури залишків темних нафтопродуктів, що знаходяться в системі внутрішньоплощадочних трубопроводів, а також в колекторах зливання-наливання і циркуляційного розігрівання, після вантаження їх на судно, в порівнянні з температурою застигання товарних темних нафтопродуктів, що перекачуються.

Це означає, що технологічну операцію по зачищенню вказаної системи технологічних трубопроводів від залишків в'язких темних нафтопродуктів, необхідно виконати протягом певного проміжку часу, впродовж якого температура темного нафтопродукту, що знаходиться в системі технологічних трубопроводів, не впаде до значень температури його застигання.

Припустимий часовий інтервал на застосування операції зачищення при реалізації способу експлуатації насосної станції, що пропонується, розраховують по наступній формулі:

$$t_{\text{зач}} = t_{\text{заст}} + (t_{\text{техн}} \cdot k_{\text{техін}}) \quad (1)$$

де $t_{\text{зач}}$ - припустимий час на виконання технологічної операції зачищення, якщо час закінчення вивантаження залізничної вагона-цистерни брати за початок відліку, год.;

$t_{\text{заст}}$ - час теплової інерції системи технологічних трубопроводів, призначених для зачищення, що обчислюється від початку відліку до досягнення значень температури застигання ($T_{\text{заст}}$) товарного темного нафтопродукту, год.; цей час розраховується після будівництва нафтокомплексу на базі отриманих експериментальних даних;

$t_{\text{техн}}$ - час, необхідний на виконання технологічної операції по зачищенню, год., який розраховують по наступній формулі:

$$t_{\text{техн}} = \frac{V_{\text{сист}}}{Q}$$

де $V_{\text{сист}}$ - об'єм технологічних трубопроводів, по яких перекачується темний нафтопродукт, м³;

Q - продуктивність насосів, що перекачують темний нафтопродукт, м³/год;

$k_{\text{техін}}$ - коефіцієнт, що враховує час інерції системи і обслуговуючого персоналу (у випадку, що розглядається, значення коефіцієнта знаходиться в межах $k_{\text{техін}} = 1,2 \div 1,4$).

Час внутрішнього циркуляційного прокачування розігрітим темним нафтопродуктом по технологічній системі трубопроводів $t_{\text{пр}}$, тобто прокачування «по кільцю» технологічних трубопроводів, розраховують по наступній формулі:

$$t_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{сист}}}{Q} \quad (2)$$

Циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітих темних нафтопродуктів 29 (всього - 3шт.) технологічно об'язують через внутрішньоплощадочні трубопроводи 27 на герметичні колектори циркуляційного розігрівання 30 вантажної залізничної естакади 19 (один насос 29 технологічно об'язують на правий і лівий колектор циркуляційного розігрівання 30). При цьому один циркуляційний насос циркуляційного прокачування розігрітих темних нафтопродуктів 29 вибирають резервним, і використовують для термінової заміни якого-небудь насоса 29, що вийшов з ладу.

Технологічну схему насосної станції, призначену для реалізації розробленого способу експлуатації, побудовано таким чином, що вищеописані насосні агрегати можуть бути використані в різних варіантах виконання вантажно-розвантажувальних операцій, а саме:

для вивантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн 20 до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів 11;

для вантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів 11 до залізничних вагонів-цистерн 20;

для прокачування розігрітим темним нафтопродуктом зливних колекторів 1 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24 для запобігання застигання темного нафтопродукту в перервах між виконанням технологічних операцій по зливанню-наливанню залізничних вагонів-цистерн (наприклад, в період переподачі залізничних вагонів-цистерн на під'їзні шляхи);

для вантаження темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей накопичення і зберігання темних нафтопродуктів 11 на танкер 17;

для вивантаження розігрітих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн 20 безпосередньо на танкер 17 за допомогою насосних агрегатів 4, оминувши при цьому резервуарні ємкості накопичення і зберігання темних нафтопродуктів 11;

для здійснення технологічних перерв під час проведення вантаження темних нафтопродуктів;

для здійснення зачищення технологічних трубопроводів по закінченню проведення вантажно-розвантажувальних робіт.

Крім того, встановлено, що для забезпечення надійної роботи при реалізації розробленого способу експлуатації насосної станції у всіх передбачених технологічних режимах вантаження-розвантаження, необхідно вибирати наступні розміри і робочі параметри елементів насосно-трубопровідної системи, а саме:

1. Діаметр внутрішньоплощадочних трубопроводів, а саме транспортних внутрішньоплощадочних трубопроводів 24 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 25 підводу насосів 4, 5, 6, 7, вибирають 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 вибирають не менше за 700мм для того, щоб забезпечити стійку роботу циркуляційних насосів 6 і 7, тобто забезпечити їх роботу без перевантажень.

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

При цьому герметичний колектор нижнього зливання 1 встановлюють так, щоб його верхня точка не перевищувала відмітку нижньої зливної склянки (на фіг. не показано) залізничного вагона-цистерни 20, а герметичний колектор циркуляційного розігрівання 30 встановлюють над герметичним колектором нижнього зливання 1.

4. Кожний циркуляційний насос 4, 5, 6, 7 вибирають з продуктивністю, що становить не менше за 1250м³/год, і висотою всмоктування, що становить не менше за 50м.

5. Кожний гвинтовий циркуляційний насос, що входить до складу циркуляційної насосної розігрітих темних нафтопродуктів, вибирають з продуктивністю, що становить не менше за 800м³/год.

6. Режим прокачування розігрітим темним нафтопродуктом зливних колекторів 1 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 27, а також блокувальних 12 і підводних

трубопроводів 14 здійснюють таким чином, щоб забезпечити повне заміщення темного нафтопродукту, що знаходиться в герметичних зливних 1 і циркуляційному 30 колекторах, а також у внутрішньоплощадочних і технологічних трубопроводах (12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27).

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

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

де $V_{тр}$ - об'єм трубопроводів що використовуються для прокачування, m^3 (в нашому випадку це трубопроводи 12, 14, 16, 22, 23, 24, 25, 26, 27 і колектори 1, 30);

$t_{пр}$ - час, необхідний на проведення технологічної операції прокачування розігрітого нафтопродукту, год.;

Q - продуктивність насоса, що прокачує, $m^3/год$.

7. Насоси і запірно-регулюючу арматуру встановлюють з можливістю здійснення реверсивного руху темних нафтопродуктів по технологічних трубопроводах і колекторах, що входять до складу трубопровідно-насосної системи.

Реалізацію розробленого способу експлуатації насосної станції, призначеної для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн на морські судна, і у зворотному боці, розглянемо для кожного конкретного вищевказаного випадку вантаження-вивантаження

I. Здійснення вивантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн 20 до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

При умові одночасного вивантаження з одного боку двосторонньої вантажної залізничної естакади 19 тридцяти залізничних вагонів-цистерн з мазутом (при загальній вазі темних нафтопродуктів 2000 - 2200 тонн), і обмеженні відповідно до технологічного регламенту на час проведення технологічної операції по вивантаженню вказаного темного нафтопродукту, який не повинен перевищувати 1,5 години, необхідно кожний колектор нижнього зливання 1 вантажної залізничної естакади 19 технологічно обв'язувати на два циркуляційних насоси 6.

У цьому випадку розігрітий в залізничній вагоні-цистерні 20 темний нафтопродукт через прилад нижнього зливання 21 і зливні прилади (на фіг. не позначено) колекторів нижнього зливання 1 попадає через всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 в насосний агрегат 6, який по напірних внутрішньоплощадочних трубопроводах 23 подає темні нафтопродукти, що перекачуються, до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

II. Здійснення вантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із резервуарів накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11 до залізничних вагонів-цистерн 20.

У цьому випадку розігрітий темний нафтопродукт, що зберігається в резервуарі накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11, по системі внутрішньоплощадочних трубопроводів 24 насосних агрегатів подається на всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 насосного агрегату 6, а потім до нижніх зливних колекторів 1, і через прилади нижнього зливання 21 подається до залізничного вагону-цистерни 20.

III. Здійснення прокачування розігрітим темним нафтопродуктом колекторів нижнього зливання 1, а також внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25 для запобігання застигання темного нафтопродукту в перервах між здійсненням технологічних операцій по зливанню-наливанню залізничних вагонів-цистерн 20.

Така ситуація виникає, наприклад, в період переподачи залізничних вагонів-цистерн 20 на під'їзні шляхи. У цьому випадку розігрітий темний нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 24 поступає в насос 6, потім до колекторів нижнього зливання 1, і через всмоктуючий внутрішньоплощадочний трубопровід 22 знов попадає в інший насос 6, який по напірних внутрішньоплощадочних трубопроводах 23 подає темні нафтопродукти, що перекачуються, до резервуарних ємкостей накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

Можлива також зміна напрямку руху темного нафтопродукту по вказаній системі трубопроводів і колекторів, тобто вищевказане технологічне обв'язування за розробленим способом експлуатації дозволяє здійснювати реверсивний рух темного нафтопродукту по вказаній системі трубопроводів і колекторів. Таке короткочасне реверсивне прокачування розігрітого темного нафтопродукту дозволяє підтримувати необхідну температуру в колекторах нижнього зливання 1 і у внутрішньоплощадочних трубопроводах 22, 23, 24 (і не тільки в них) у разі виникнення нетривалих технологічних перерв між зливо-наливними операціями, що дозволяє уникнути трудомістких операцій по зачищенню колекторів нижнього зливання 1 і внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24.

IV. Здійснення вантаження темних нафтопродуктів на танкер 17 з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

У цьому випадку розігрітий темний нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 25 підводів насосних агрегатів поступає в насос 4, звідки темні нафтопродукти подаються до берегових блокувальних трубопроводів 12, берегової камери перемикачів 13, підводних технологічних трубопроводів 14, підводних гнучких шлангових систем 16, і далі на танкер 17. При цьому є можливим одночасне вантаження по двох паралельно розташованих технологічних лініях вантаження, які складають трубопроводи 12, 14, 16.

V. Здійснення вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн 20 безпосередньо на танкер 17, оминувши резервуарні ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

У цьому випадку розігрітий в залізничному вагоні-цистерні 20 темний нафтопродукт через прилади нижнього зливання 21 попадає до зливного колектора 1. Потім темний нафтопродукт через всмоктуючих

внутрішньоплощадочних трубопроводах 22 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.

VI. Здійснення технологічних перерв під час проведення вантаження темних нафтопродуктів.

Під час вантаження нафтопродукту на танкер 17 може виникнути необхідність в здійсненні технологічних перерв на нетривалий час (до 1 діб) в проведенні вантажних операцій. Це може бути викликано, наприклад, поганими погодними умовами (шторм), або рядом технічних причин (наприклад, внаслідок поломки насосних агрегатів). У цьому випадку виникає необхідність термінового видалення з берегових блокувальних 12 і підводних технологічних трубопроводів 14 легкозастигаючого темного нафтопродукту, інакше він через деякий час застигне остаточно.

Операція по заміщенню застигаючого темного нафтопродукту іншим темним нафтопродуктом в цьому випадку є недоцільною і небажаною, оскільки це приводить до вимушених тривалих технологічних перерв в проведенні вантажних операцій. Для запобігання застиганню темного нафтопродукту в берегових блокувальних 12 і підводних технологічних трубопроводах 14 передбачено здійснювати режим прокачування розігрітого темного нафтопродукту по береговим блокувальним 12 і підводним технологічним трубопроводам 14.

У цьому випадку розігрітий темний нафтопродукт з резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11 по внутрішньоплощадочних трубопроводах 25 підводу насосних агрегатів попадає в резервний насосний агрегат 5 вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, а потім до технологічної лінії вантаження у складі берегового блокувального трубопроводу 12, підводного технологічного трубопроводу 14 і підводної гнучкої шлангової системи 16. Далі через запірний клапан маніфольда 18 танкера 17 розігрітий нафтопродукт попадає до другої технологічної лінії вантаження, а потім по зачисних внутрішньоплощадочних трубопроводах 26 назад до резервуарної ємкості накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 11.

У технологічній схемі насосно-трубопровідної системи вантаження-розвантаження темних нафтопродуктів, що описується, сумарний об'єм трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 12, 14, 16, 27 складає $V_{тр} = 600 м^3$, а продуктивність насоса 5 становить $Q = 1250 м^3/год$.

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

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

VII. 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) і колекторів (1, 2, 30). Це здійснюється за допомогою гвинтових зачисних насосів 10.

Вказане зачищення системи технологічних трубопроводів у складі системи внутрішньоплощадочних трубопроводів 22, 23, 24, 25, 26, 27, а також колекторів зливання 1, наливання 2 і циркуляційного розігрівання 30, здійснюють тільки при умові перевищення температури залишків нафти і в'язких нафтопродуктів, що знаходиться в системі внутрішньоплощадочних трубопроводів, а також в колекторах зливання-наливання і циркуляційного розігрівання, після вантаження їх на морське судно, в порівнянні з температурою застигання товарних темних нафтопродуктів, що перекачуються.

Припустимий час на виконання технологічної операції зачищення визначають по формулі (1). Наприклад, для випадку, що розглядається, при температурі застигання товарного темного нафтопродукту $T_{заст} = 25^{\circ}C$ і при часі теплової інерції технологічної системи від початку відліку до значення $T_{заст} = 25^{\circ}C$, значення часу теплової інерції технологічної системи складе $t_{заст} = 4$ години.

Припустимий час на виконання технологічної операції зачищення ($t_{зач}$) буде визначатись по формулі (1):
 $t_{зач} = 4,0 + (t_{техн} \cdot K_{техін})$

де

$$t_{техн} = \frac{V_{сист}}{Q} = \frac{266}{800} = 0,33 год.$$

Де $V_{сист}$ - об'єм усіх трубопроводів системи технологічних трубопроводів (в нашому випадку $V_{сист} = 266 м^3$);

Q - продуктивність насосів, що перекачують темний нафтопродукт по системі технологічних трубопроводів (в нашому випадку $Q = 800 м^3/год$).

Значення коефіцієнта, що враховує час інерції системи і обслуговуючого персоналу, вибираємо таким:
 $K_{техін} = 1,3$.

Тоді

$$t_{зач} = 4,0 + (t_{техн} \cdot K_{техін}) = 4 + (0,33 \cdot 1,3) = 4,43 год.,$$

тобто операція по зачищенню системи технологічних трубопроводів повинна бути виконана в період часу, що дорівнює 4 години 26 хвилин, якщо за початок відліку брати час закінчення вивантаження темного нафтопродукту з залізничної вагоноцистерни.

Час внутрішнього циркуляційного прокачування розігрітим темним нафтопродуктом системи технологічних трубопроводів $t_{пр}$, тобто прокачування «по кільцю» технологічних трубопроводів, розраховують по формулі (2).

Наприклад, при об'ємі трубопроводів, що входять до складу системи технологічних трубопроводів, який дорівнює $V_{сист} = 266 м^3$, і при продуктивності насосних агрегатів, що перекачують темний нафтопродукт по системі технологічних трубопроводів $Q = 800 м^3/год$, час прокачування темного нафтопродукту по системі технологічних трубопроводів згідно (2) дорівнює:

$$t_{пр} = \frac{266}{800} \cdot 2 = 0,66 \approx 40 хв.$$

тобто час внутрішнього циркуляційного прокачування темного нафтопродукту по системі технологічних трубопроводів становить $t_{\text{пр}} = 40$ хвилин.

У свою чергу, кількість гвинтових 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 регламентної умови обмеження часу проведення технологічної операції по зачищенню вказаних трубопроводів і колекторів.

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 $t < 0,5$ год.

Тоді

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

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

Q - сумарна продуктивність зачисних насосів (10), $\text{м}^3/\text{год}$.

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

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

а за умови застосування двох гвинтових зачисних насосів 10 отримаємо:

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

тобто за умови застосування двох гвинтових зачисних насосів 10 час зачищення скорочується майже в 2 рази.

Перевагами способу експлуатації насосної станції, що пропонується, для вивантаження темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн; на морські судна і навпаки, є:

багатоваріантність використання насосного і технологічного обладнання для виконання різних технологічних операцій і режимів, що дозволяє скоротити кількість насосного і іншого допоміжного обладнання до оптимальної кількості, і, в свою чергу, знизити вартість будівництва насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази;

відсутність системи підігрівання внутрішньоплощадочних (22, 23, 24, 25, 26, 27) і підводних технологічних трубопроводів 14, що також значно здешевлює вартість будівництва перевалочної нафтобази, знижує витрати на вироблення тепла при її експлуатації, а також значно спрощує технологічну схему насосної станції і нафтокомплекса загалом;

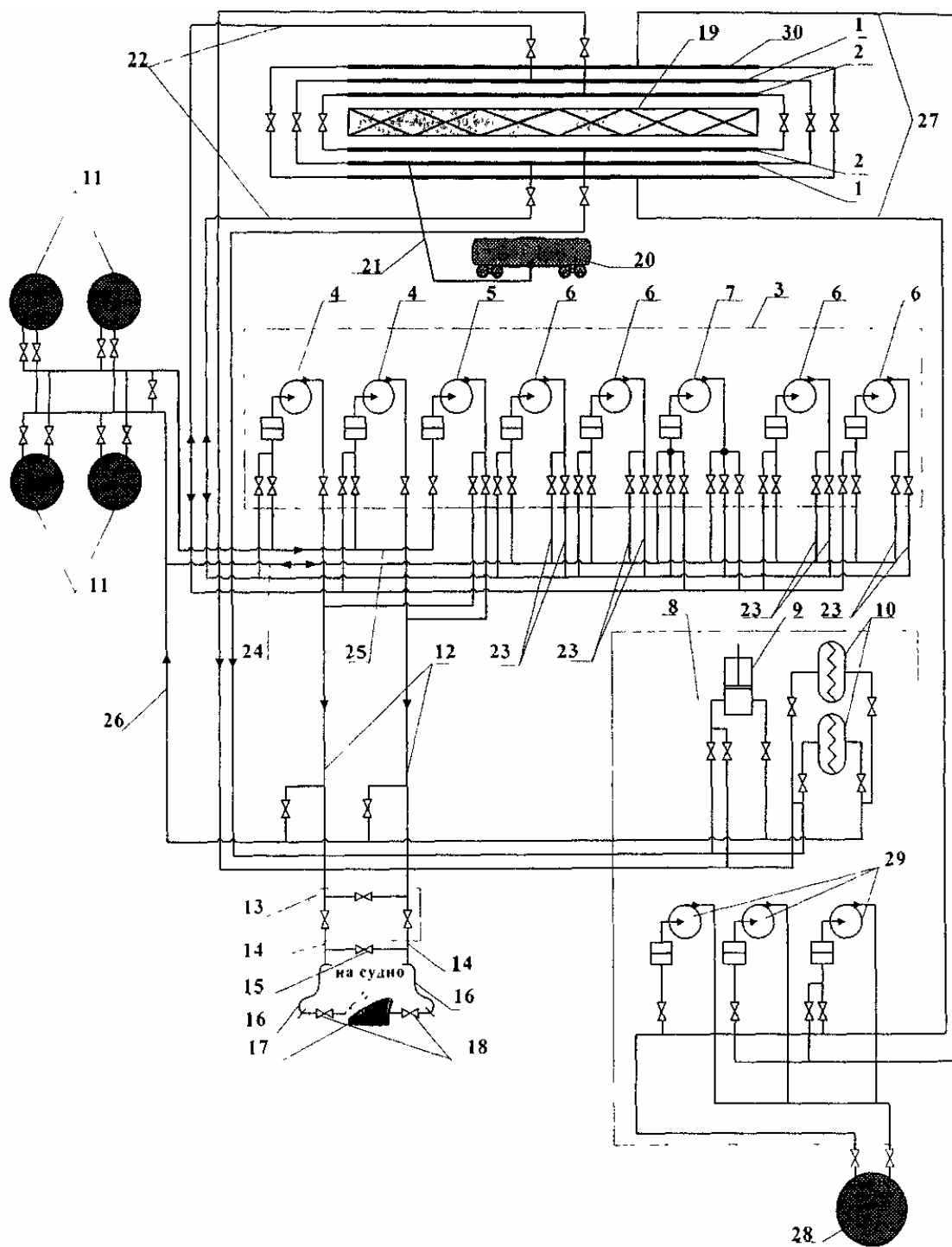
відсутність допоміжної системи прокачування за рахунок того, що режим прокачування розігрітого нафтопродукту забезпечують основними насосами 6 по діючим внутрішньоплощадочним (22, 23, 24, 25, 26), береговим блокувальним 12 і підводним технологічним трубопроводам 14;

використання розігрітого товарного темного нафтопродукту, який в даний період часу знаходиться в операційній діяльності, для прокачування технологічних трубопроводів з метою підтримки необхідного технологічного стану насосно-трубопровідної системи, що також знижує витрати на підтримку насосно-трубопровідної системи в робочому стані;

застосування закритої і герметичної технологічної системи вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагоноцистерн 20 шляхом використання герметичних колекторів верхнього 2 і нижнього 1 зливання, а також колектора циркуляційного розігрівання 30, що значно поліпшує екологічні показники технологічних процесів вантаження-розвантаження.

Джерела інформації

1. Способ регулирования подачи насосной станции с жестколопастными насосами. SU №18000121, МПК 6 F 04 D 15/00, 1993.
2. Черняк И.Л., Мацкин А.Я. Эксплуатация нефтебаз. М.: ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы. 1956. - С. 34 - 36.
3. Едигаров С.Г., Михайлов В.М., Прохоров А.Д., Юфин В.А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз. М.: Недра, 1982. - С. 155 - 156.



Фиг.