

Винахід відноситься до способів зачищення колекторів, призначених для зливу застигаючих темних нафтопродуктів у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, і може бути використаний для зачищення технологічних трубопроводів систем, які використовуються в нафтохімічній промисловості, і, зокрема, на перевалочних, розподільних і приймальних нафтобазах.

Відомий спосіб зачищення трубопроводів нафтобаз, що полягає в прокачуванні трубопроводів водою із застосуванням еластичних розподільників [1].

Недоліком способу-аналога є те, що його не можна застосовувати для трубопроводів, по яких перекачуються мастила, реактивні палива та інші нафтопродукти, в тому числі високов'язкі темні нафтопродукти, для яких наявність води є неприпустимим.

Як прототип вибраний спосіб зачищення колекторів, призначених для зливу темних нафтопродуктів, нафтобаз, що полягає у видаленні по закінченні проведення вантажно-розвантажувальних робіт з лінії технологічних трубопроводів залишків нафти і в'язких нафтопродуктів за допомогою створення різниці тиску на ділянках технологічних трубопроводів за допомогою насосів, які розміщують в технологічному блоці насосно-трубопроводної системи нафтобази. При цьому зачищення і вантаження нафтопродуктів здійснюється по різних трубопроводах (зачисному і вантажному), а технологічні трубопроводи виконані з можливістю підігрівання [2].

Недоліком способу-прототипу є необхідність наявності, крім вантажного трубопровода, ще і зачисного, який до того ж має меншу пропускну спроможність, обмежена застосовність цього способу для зачищення внутрішньооплощадочних і берегових блокувальних трубопроводів нафтобаз, а також його повна неживучість для зачищення підводних технологічних трубопроводів.

В основу винаходу поставлена задача створення універсального способу зачищення технологічних колекторів, а також сполучених з ними внутрішньооплощадочних напірних трубопроводів, призначених для зливу темних нафтопродуктів, від застигаючих темних нафтопродуктів, без застосування підігрівання зливних колекторів і внутрішньооплощадочних трубопроводів.

Поставлена задача досягається тим, що в способі зачищення колекторів, призначених для зливу темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, який включає проведення вантажно-розвантажувальних робіт по зливу темних нафтопродуктів у вигляді нафти і в'язких нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання, із залізничних вагонів-цистерн з подальшим видаленням по закінченні проведення вантажно-розвантажувальних робіт з лінії технологічних трубопроводів, що складається з колекторів, призначених для зливу застигаючих темних нафтопродуктів, і внутрішньооплощадочних напірних трубопроводів, залишків темних нафтопродуктів до резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів, виконаних з можливістю підігрівання, за допомогою створення різниці тиску на ділянках лінії технологічних трубопроводів за допомогою насосних агрегатів насосної станції темних нафтопродуктів, яка розміщена в технологічному блоці насосно-трубопроводної системи нафтобази, в технологічному блоці насосно-трубопроводної системи нафтобази встановлюють резервуарну ємкість для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, виконану з можливістю підігрівання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, а також два колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, як колектори, призначені для зливу темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, використовують систему зливно-наливних колекторів, що складається з двох колекторів нижнього зливу і двох колекторів верхнього зливу, причому система зливно-наливних колекторів і внутрішньооплощадочних напірних трубопроводів виконана герметичною, замкнутою і розділеною запірною-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки, в насосній станції темних нафтопродуктів встановлюють заглиблену дренажну ємкість, виконану з можливістю підігрівання, як насосні агрегати насосної станції темних нафтопродуктів використовують два гвинтових насоси і один поршневий насос, здійснюють технологічне обв'язування кожного гвинтового насоса на герметичні колектори нижнього і верхнього зливу, герметичні колектори циркуляційного розігрівання і внутрішньооплощадочні напірні трубопроводи, що сполучені з резервуарними ємкостями для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів і з резервуарною ємкістю для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, здійснюють технологічне обв'язування поршневого насоса на герметичні колектори верхнього зливу, внутрішньооплощадочні напірні трубопроводи і дренажну ємкість, а вивантаження темного нафтопродукту з дренажної ємкості проводять одночасно з вантаженням темних нафтопродуктів з резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів до залізничного вагона-цистерни.

Використовують гвинтові насоси з продуктивністю не менше за $300\text{ м}^3/\text{год}$. кожен, і поршневий насос з продуктивністю не менше за $150\text{ м}^3/\text{год}$.

Об'єм заглибленої дренажної ємкості, що встановлена в насосній станції темних нафтопродуктів, вибирають не менше за 100 м^3 , а її підігрівання здійснюють від теплообмінного апарату, по якому циркулює термальне мастило.

Зачищення лінії технологічних трубопроводів здійснюють при умові перевищення температури темних нафтопродуктів, що знаходяться в лінії технологічних трубопроводів після проведення вантажно-розвантажувальних робіт, в порівнянні з температурою застигання товарних темних нафтопродуктів, що перекачуються.

Підігрівання резервуарної ємкості для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, а також резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів, здійснюють від теплообмінного апарату, по якому циркулює термальне мастило.

Перераховані ознаки способу складають суть винаходу.

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

При здійсненні традиційної технологічної схеми вивантаження високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, 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, у вигрібну траншею.

У вигрібній траншеї темний нафтопродукт дорозігрівается, 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 внутрішньооплощадочні напірні трубопроводи і зливні колектори, залишаються заповненими залишками в'язких темних нафтопродуктів. Внаслідок цього вищезгадані технологічні трубопроводи виконують з термоізоляцією і обладнують системою термopідігрівання.

Існуючі стандартні способи зачищення технологічних трубопроводів шляхом подачі до них миючої рідини і створення тиску на кінцях трубопроводів, здійснюваного за допомогою насосних агрегатів [3 - 4], не можуть бути застосовані для випадку зачищення трубопроводних систем, що розглядається, від легкозастигаючих темних нафтопродуктів внаслідок значної в'язкості темних нафтопродуктів, що перекачуються, а також із-за неприпустимості їх обводнення.

Як правило, технологічні системи перевалки високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн до інших об'єктів, наприклад, на морські судна, не передбачають повного звільнення внутрішньооплощадочних напірних трубопроводів від залишків темних нафтопродуктів після завершення вантажно-розвантажувальних технологічних операцій.

Темний нафтопродукт, що залишився в трубопроводах, розігрівається за допомогою спеціальної технологічної системи підігрівання, яка дозволяє підтримувати технологічну трубопроводну 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 технологічне обладнання, що дороге коштує, і яке забезпечує доставку теплоносія, а також теплообмін в технологічних трубопроводах.

Особливістю розробленого способу зачищення колекторів зливу є те, що в технологічному блоці насосно-трубопроводної системи нафтобази встановлюють резервуарну ємкість для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, а також два герметичних колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів.

При цьому як колектори, призначені для зливу темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн, використовують систему зливно-наливних колекторів, що складається з двох колекторів нижнього зливу і двох колекторів верхнього зливу. Причому система зливно-наливних колекторів і внутрішньооплощадочних напірних трубопроводів виконана герметичною, замкненою і розділеною запірно-регулюючою арматурою на окремі технологічні ділянки.

Такий склад і виконання системи зливно-наливних колекторів дозволяє здійснювати як верхній, так і нижній злив і налив темних нафтопродуктів одночасно з двох залізничних вагонів-цистерн, встановлених по обидва боки від вантажної залізничної естакади, а також використовувати циркуляційне розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів, що знаходяться в залізничному вагоні-цистерні.

Таким чином, на відміну від відомих способів, в розробленому способі використовується технологічна схема по здійсненню закритого і герметичного зливу розігрітих високов'язких легкозастигаючих темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн по герметичних колекторах нижнього і верхнього зливу.

Крім того, для подачі в залізничні вагони-цистерни розігрітого циркуляційного темного нафтопродукту застосовуються колектори циркуляційного розігрівання застигаючого темного нафтопродукту.

Згідно з розробленим способом, в насосній станції темних нафтопродуктів встановлюють заглиблену дренажну ємкість, виконану з можливістю підігрівання. При цьому об'єм заглибленої дренажної ємкості вибирають не менше за 100м^3 , а її підігрівання здійснюють від теплообмінного апарата, по якому циркулює термальне мастило.

Дренажна ємкість у даному способі призначена для збирання витоків нафтопродукту, які відбуваються скрізь сальникові ущільнення насосного обладнання, з насосних агрегатів. Дренажна ємкість обладнана системою підігрівання нафтопродукту, що знаходиться в ній, і занурювальним зачисним насосом, призначеним для відкачування темних нафтопродуктів, що зливаються з внутрішньооплощадочного напірного трубопровода і з дренажної ємкості, до резервуара для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів.

З метою збільшення продуктивності і скорочення часу на проведення вантажно-розвантажувальних операцій, вивантаження темного нафтопродукту з дренажної ємкості проводять одночасно з вантаженням темних нафтопродуктів, наприклад, з резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів до залізничних вагонів-цистерн.

Наступна група відмітних ознак розробленого способу стосується здійснення підігрівання темного нафтопродукту при його зберіганні, а також підігрівання дренажної ємкості, що встановлюється в насосній станції, і темного нафтопродукту, призначеного для циркуляції, за допомогою використання як теплоносія термостабільного термального мастила.

З метою збільшення продуктивності і скорочення часу на проведення вантажно-розвантажувальних операцій, вивантаження темного нафтопродукту з дренажної ємкості проводять одночасно з вантаженням темних нафтопродуктів, наприклад, з резервуарних ємкостей для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів до залізничних вагонів-цистерн.

Наступна група відмітних ознак розробленого способу стосується здійснення підігрівання темного нафтопродукту при його зберіганні, а також підігрівання дренажної ємкості, що встановлюється в насосній станції, і темного нафтопродукту, призначеного для циркуляції, за допомогою використання як теплоносія термостабільного термального мастила.

В останній час як теплоносії почали поступово застосовувати різні термальні мастила, або мастила-теплоносії. Основними вимогами, що пред'являються до таких термальних мастил, є: висока робоча температура, термостабільність, висока температура самозапалення, низька температура застигання, добрі антиокислювальні властивості.

Термомасила - це високотемпературні нетоксичні нафтові масла-теплоносії, які відрізняються високою термічною стабільністю і температурою самозапалення. Високотемпературні нафтові масла-теплоносії, які є працездатними при температурах, що досягають $280 - 320^{\circ}\text{C}$, являють собою продукти глибокої переробки нафти, в яких за рахунок технологічних процесів досягається високий зміст ароматичних

вуглеводнів.

Так, в способі зачищення, що пропонується, може бути застосовано термомасило АМТ-300Т (ТУ 381011023-85). Це нафтове масло, що виробляється на основі екстракту важкого газойля каталітичного крекінга з подальшою селективною депарафінізацією і дозачищенням. Це мастило звичайно застосовується в закритих системах обігріву, які обладнані пристроєм для видалення продуктів розкладання, що легко випаровуються і які можуть утворюватися при тривалій роботі теплоносія.

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

Внаслідок численних експериментальних досліджень, проведених з різними термальними мастилами, авторами винаходу було встановлено, що найбільш ефективним є використання наступних марок термальних масил для розігрівання нафти і в'язких нафтопродуктів, що застигають, а саме: АМТ-300 (ТУ 38 101537-75), АМТ-300Т (ТУ 38 1011023-85), Teboil Termo Oil (клас ISO VG 15, 32, 100) [5].

У розробленому способі для забезпечення експлуатаційної стійкості технологічної трубопровідної системи, зниження витрат на її будівництво, а також для зменшення експлуатаційних витрат, пропонується використовувати технологічну схему звільнення колекторів нижнього і верхнього зливу нафтопродукту, колекторів циркуляційного розігрівання нафтопродукту, а також внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів від темного нафтопродукту, що залишився в них, за допомогою роботи насосних агрегатів.

Встановлено, що для забезпечення ефективної перевалки широкого спектра сортів нафти і високов'язких темних нафтопродуктів при мінімальній кількості насосного обладнання із здійсненням його ефективного технологічного обв'язування, що використовується, на систему технологічних трубопроводів, доцільним є наступний вибір характеристик і кількості насосних агрегатів.

У розробленому способі як насосні агрегати насосної станції темних нафтопродуктів використовують два гвинтових насоси з продуктивністю не менше за 300м³/год. кожний, і один поршневий насос з продуктивністю не менше за 150м³/год. Функціональне призначення цих насосів обумовлює їх відповідне технологічне обв'язування. Причому було встановлено, що ефективність зачищення зливно-наливних колекторів і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів забезпечують не відцентрові насоси, що стандартно використовуються, а насоси поршневого і гвинтового типів з меншою продуктивністю.

Так, технологічне обв'язування кожного гвинтового насоса здійснюють на колектори нижнього і верхнього зливу, колектори рециркуляційного розігрівання і на внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи, що сполучені з резервуарними ємкостями для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів, а також з резервуарною ємкістю для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання.

А технологічне обв'язування поршневого насоса здійснюють на колектори верхнього зливу, внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи і дренажну ємкість.

Таке підключення насосів забезпечує повне звільнення герметичних зливних колекторів і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів від застигаючого темного нафтопродукту, а також вивантаження темного нафтопродукту з несправних залізничних вагонів-цистерн і дренажної ємкості. Таким чином, операції по зачищенню колекторів від залишків темних нафтопродуктів виконують по тих же технологічних трубопроводах, що і операції по зливу темних нафтопродуктів.

Відмітною особливістю розробленого способу є те, що зачищення лінії технологічних трубопроводів здійснюють при умові перевищення температури темних нафтопродуктів, що знаходяться в лінії технологічних трубопроводів після проведення вантажно-розвантажувальних, в порівнянні з температурою застигання темних нафтопродуктів, що перекачуються.

Це зумовлено тим, що темні нафтопродукти і деякі сорти нафти, що використовуються в способі, який пропонується, мають такі значення температури застигання, що не дозволяють вільно проводити з ними технологічні операції по вантаженню-вивантаженню в транспортні засоби, перекачуванню по трубопровідних технологічних системах, а також їх зберігання в необхідному технологічному стані.

До таких нафтопродуктів відносяться мазут різних сортів, вакуумний газойль, нафти з високим змістом парафіну і інші.

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

Потрібно особливо підкреслити, що після виконання зливних операцій темний нафтопродукт, що залишився в зливних колекторах, через певний час (який відповідає часу теплової інерції колекторів, всередині яких знаходиться темний нафтопродукт) застигне, і подальша експлуатація технологічної трубопровідної системи стане неможливою. Таким чином, стандартна технологічна трубопровідна система є вразливою до температурних показників зовнішнього середовища.

Вказана обставина приводить до того, що технологічну трубопровідну систему виконують з підігріванням зливно-наливних колекторів і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів, а також з термоізоляцією. Такі конструкції є такими, що дуже дорого коштують, а витрати на їх експлуатацію є істотними.

У способі, що пропонується, технологічна трубопровідна система виконується без підігрівання і без термоізоляції, її будівництво обходиться приблизно в 4 - 6 раз дешевше, ніж будівництво трубопровідної системи з підігріванням і термоізоляцією, а експлуатаційні витрати трубопровідної системи, що пропонується, становлять 10 - 15% від загальних експлуатаційних витрат. Тоді як експлуатаційні витрати на трубопровідну систему з підігріванням і термоізоляцією становлять 30 - 50% від загальних експлуатаційних витрат.

При використанні трубопровідної системи з підігріванням і термоізоляцією велике практичне значення має уміння розрахувати час охолодження нафтопродукту в зупиненому "гарячому" трубопроводі,

особливо при використанні відомих стандартних способів. "Гарячі" трубопроводи, які працюють періодично, повинні бути звільнені або заповнені незастигаючим малов'язким нафтопродуктом. Якщо по яких-небудь причинах цього не зроблено, то після закінчення певного часу в'язкість нафтопродукту може зрости настільки, що робочого тиску, який допускається в трубі, виявиться недостатньо для поновлення перекачування нафтопродукту.

Таким чином, для забезпечення проведення технологічних операцій з вказаними темними нафтопродуктами необхідно створити умови, при яких вони набувають необхідної рухливості (тобто текучості). Це досягається в тому випадку, коли температура темного нафтопродукту $T_{\text{нп}}$ буде перевищувати значення температури його застигання $T_{\text{заст}}$, тобто $T_{\text{нп}} > T_{\text{заст}}$.

Очевидно, що для того, щоб виконати цю умову, необхідно розігріти нафтопродукт до таких значень температури, при яких буде виконуватися умова $T_{\text{нп}} > T_{\text{заст}}$. У способі, що заявляється, виконання цієї умови досягається за допомогою застосування різних технологічних операцій, а також відповідного технологічного (в тому числі насосного) обладнання.

На кресленні (фiг.) показана принципова схема, за допомогою якої реалізується розроблений спосiб зачищення колекторів, призначених для зливу темних нафтопродуктів, що мають високу температуру застигання.

На кресленні прийняті наступні позначення: 1 - герметичні колектори нижнього зливу застигаючих темних нафтопродуктів (2шт.); 2 - герметичні колектори верхнього зливу застигаючих темних нафтопродуктів (2шт.); 3 - герметичні колектори циркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів (2шт.); 4 - резервуарна ємкість для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів (4шт.), що виконана з можливістю підігрівання; 5 - насосна станція темних нафтопродуктів; 6 - гвинтові насоси (2шт.) продуктивністю не менше за $300\text{м}^3/\text{год.}$ кожний; 7 - поршневий насос з продуктивністю не менше за $150\text{м}^3/\text{год.}$; 8 - поглиблена дренажна ємкість з об'ємом не менше за 100м^3 ; 9 - система підігрівання дренажної ємкості у вигляді теплообмінного апарату, по якому циркулює термальне мастило; 10 - вантажна залізнична естакада; 11 - резервуарна ємкість для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання, що виконана з можливістю підігрівання; 12 - внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи; 13 - береговий блокувальний трубопровід; 14 - запірно-регулююча арматура.

Колектори зливу застигаючих темних нафтопродуктів 1 і 2, а також внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи 12 складають (умовно) лінію технологічних трубопроводів.

Кожний гвинтовий насос 6 технологічно обв'язаний на герметичні колектори нижнього 1 і верхнього 2 зливу, герметичні колектори циркуляційного розігрівання 3 і на внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи 12, що сполучені з резервуарними ємкостями для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 4, а також з резервуарною ємкістю для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання 11.

Поршневий насос 7 технологічно обв'язаний на герметичні колектори верхнього зливу 2, внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи 12 і дренажну ємкість 8.

Крім того, існує варіант підключення зачисних насосів 6 і 7 до системи берегових блокувальних трубопроводів 13 для їх звільнення від застигаючого темного нафтопродукту в аварійних ситуаціях (на кресленні не показано).

Внаслідок вищезгаданої технологічного обв'язування насосів 6 і 7 в загальній технологічній трубопровідній системі, операції по зачищенню колекторів 1 і 2 виконують по тих же технологічних трубопроводах, що і операції по зливу темного нафтопродукту. Вказані насоси 6 і 7 дозволяють звільняти від темного нафтопродукту колектори 1 і 2, зливати темний нафтопродукт з несправних залізничних вагонів-цистерн, звільняти від темного нафтопродукту напірні внутрішньоплощадочні трубопроводи 12, а також вивантажувати темний нафтопродукт з дренажної ємкості 8.

Дренажна ємкість 8, резервуарна ємкість для зберігання темних нафтопродуктів циркуляційного розігрівання 11, а також резервуарні ємкості для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 4 виконані з можливістю підігрівання. Як систему для їх підігрівання використовують теплообмінні апарати, по яких циркулює термальне мастило (на кресленні показано тільки теплообмінник для підігрівання дренажної ємкості; аналогічні теплообмінники використовуються для підігрівання ємкостей 4 і 11).

Дренажна ємкість 8 обладнана також занурювальним записним насосом (на кресленні не показано), що призначений для відкачування темних нафтопродуктів, які зливаються з внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12, і з дренажної ємкості 8 до резервуара для накопичення і зберігання товарних темних нафтопродуктів 4.

Технологічна система трубопроводів у вигляді зливно-наливних колекторів 1 і 2, а також внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 виконана герметичною, замкнутою і розділеною запірно-регулюючою арматурою 14 на окремі технологічні ділянки.

Визначальним чинником успішної реалізації способу є те, що зачищення технологічних трубопроводів здійснюють при умові перевищення температури залишків нафти і в'язких нафтопродуктів, що знаходиться в лініях технологічних трубопроводів після вантаження їх на судно, в порівнянні з температурою застигання нафти і в'язких нафтопродуктів, що перекачуються.

Це означає, що технологічну операцію по зачищенню 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 способу, що пропонується, розраховують по наступній формулі:

$$t_{\text{зач}} = t_{\text{тиз}} + (t_{\text{теж}} \cdot k_{\text{тех.ин}}) \quad (1)$$

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

$t_{\text{тиз}}$ - час теплової інерції системи технологічних трубопроводів, 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, м^3 ;

Q - продуктивність насосів, що перекачують темний нафтопродукт, $\text{м}^3/\text{год}$;

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

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

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

Спосіб реалізується за допомогою технологічної схеми, зображеної на кресленні (фіг.) таким чином.

Після завершення технологічної операції вивантаження темних нафтопродуктів із залізничних вагонів-цистерн (на кресленні не показано) по лінії технологічних трубопроводів, в якій були задіяні герметичні зливно-наливні колектори 1 і 2, герметичний колектор рециркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів 3 і внутрішньоплощадочні напірні трубопроводи 12, до технологічної схеми підключаються гвинтові насоси 6.

За допомогою гвинтових насосів 6 темний нафтопродукт з колекторів нижнього зливу 1, колекторів верхнього зливу 2, колекторів рециркуляційного розігрівання застигаючих темних нафтопродуктів 3 перекачується до резервуарної ємкості для накопичення і зберігання товарного темного нафтопродукту 4.

Після цього за допомогою поршневого насоса 7 темний нафтопродукт, що залишився у внутрішньоплощадочних напірних трубопроводах 12, перекачується до дренажної ємкості 8. Видалення нафтопродукту з дренажної ємкості 8 відбувається під час проведення технологічних операцій по прийому (вантаженню) розігрітого (за допомогою теплообмінника 9 з термомастилом) темного нафтопродукту, а також за допомогою поршневого насоса 7.

Таким чином, досягається повне звільнення зливно-наливних колекторів 1 і 2, колектора рециркуляційного розігрівання 3 і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 від залишків темного нафтопродукту. Це надійно захищає технологічну насосно-трубопровідну систему від застигання темного нафтопродукту як в зливно-наливних колекторах 1 і 2, так і у внутрішньоплощадочних напірних трубопроводах 12, а також забезпечує постійну експлуатаційну готовність насосно-трубопровідної системи перевалочної нафтобази.

Вказане зачищення зливно-наливних колекторів і технологічних трубопроводів здійснюють при умові перевищення температури залишків темних нафтопродуктів, що знаходяться в лінії технологічних трубопроводів після вивантаження їх з залізничного вагона-цистерни, 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 $T_{\text{заст}} = 25^\circ\text{C}$ і при часі теплової інерції технологічної системи від початку відліку до значення $T_{\text{заст}} = 25^\circ\text{C}$, значення часу теплової інерції технологічної системи складе $t_{\text{тиз}} = 4$ години.

Припустимий час на виконання технологічної операції зачищення ($t_{\text{зач}}$) буде визначатись по формулі (1):

$$t_{\text{зач}} = 4,0 + (t_{\text{техн}} \cdot k_{\text{техин}})$$

де

$$t_{\text{техн}} = \frac{V_{\text{сист}}}{Q} = \frac{266}{300} = 0,33 \text{ год.}$$

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

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

Значення коефіцієнта, що враховує час інерції системи і обслуговуючого персоналу, вибираємо таким: $k_{\text{тех.ин}} = 1,3$.

Тоді

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

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 вагона-цистерни.

Час внутрішнього циркуляційного прокачування розігрітим темним нафтопродуктом системи технологічних трубопроводів $t_{\text{пр}}$, тобто прокачування «по кільцю» технологічних трубопроводів, розраховують по формулі (2). Наприклад, при об'ємі трубопроводів, що входять до складу системи технологічних трубопроводів, який дорівнює $V_{\text{сист}} = 266 \text{ м}^3$, і при продуктивності насосних агрегатів, що перекачують темний нафтопродукт по системі технологічних трубопроводів $Q = 800 \text{ м}^3/\text{год}$, час прокачування темного нафтопродукту по системі технологічних трубопроводів згідно (2) дорівнює:

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

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

Результати дослідів по зачищенню зливно-наливних колекторів 1 і 2, а також і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12, приведені в таблиці.

Ефективність зачищення зливно-наливних колекторів 1 і 2, а також внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 за розробленим способом*

Продуктивність насоса, м ³ /год	Розміри зливно-наливних колекторів (1, 2)			Розміри внутрішньоплощадочних трубопроводів (12)		Час зачищення лінії технологічних трубопроводів, хв.
	Діаметр, мм	Довжина, м	Об'єм, м ³	Довжина, м	Об'єм, м ³	
375	500	360	74,2	663	96,6	22

Примітка: аналоги повного зачищення технологічних внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 і зливно-наливних колекторів 1 і 2 діючих нафтокомплексів невідомі.

Застосування способу зачищення зливних колекторів і внутрішньоплощадочних трубопроводів від застигаючого темного нафтопродукту при використанні технологічної схеми, що пропонується, дозволяє:

скоротити витрати на будівництво технологічної системи зачищення у 8 - 10 разів у порівнянні з системою зачищення, що звичайно застосовується при відкритому зливі;

скоротити з 30 до 5% витрати на експлуатацію технологічної системи зачищення;

спростити технологічну систему зачищення;

мінімізувати час проведення зачисних операцій (вказаний час не перевищує час, що затрачується на підготовку залізничних вагонів-цистерн до транспортного стану, який у випадку, що розглядається, складає не більше 30 хвилин на 1 подачу, оскільки операції по зачищенню проводяться паралельно з операціями по підготовці залізничних вагонів-цистерн до транспортного стану);

відмовитися від додаткових систем подачі теплоносія;

використовувати зачисні насоси для зливу несправних залізничних вагонів-цистерн;

виконувати операції по зачищенню через діючі технологічні лінії по вантаженню-розвантаженню, тобто без будівництва додаткових трубопроводів, використовуючи для цієї мети різні варіанти вибору і підключення насосів в насосно-трубопровідній системі нафтобази.

Так, гвинтові насоси 6, які підключені до колекторів нижнього зливу 1 і колекторів циркуляційного розігрівання 3, відкачують темний нафтопродукт, що знаходиться в них, до резервуарних ємкостей 4. А поршневий насос 7 підключено до колектора верхнього зливу 2, внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 і до дренажної ємкості 8.

Таке підключення насосів забезпечує повне вивільнення колекторів 1, 2, 3 і внутрішньоплощадочних напірних трубопроводів 12 від застигаючого темного нафтопродукту, а також вивантаження темного нафтопродукту з несправних залізничних вагонів-цистерн і з дренажної ємкості 8.

Крім того, існує варіант підключення зачисних насосів 6 і 7 до системи берегових блокувальних трубопроводів 13 для їх вивільнення від застигаючого темного нафтопродукту в аварійних ситуаціях (на кресленні не показано).

Джерела інформації

1. Едигаров С.Г., Михайлов В.М., Прохоров А.Д., Юфин В.А. Проектирование и эксплуатация нефтебаз. М.: Недра, 1982. - С. 242.

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

3. Способ промывки трубопроводов. SU №1754232, МПК 6 В 09 В 9/06, 1992.

4. Способ промывки трубопроводов. SU №1415543, МПК 6 В 09 В 9/06, 1985.

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

