

УДК 621.3, 621.225

Максименко Б.В.

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

ПРОТИДІЯ ПАРАФІНОВИМ ВІДКЛАДЕННЯМ В НКТ ЗА ДОПОМОГОЮ МОТОР-НАСОСА НАГРІВАЧА

Анотація. Досліджено можливості використання мотор-насосу нагрівача для запобігання парафіновим відкладенням, його гідравлічні характеристики, порівняння з іншими доступними аналогами.

Ключові слова: НКТ, мотор-насос нагрівач, парафіни, відкладення, нафта, свердловина.

Abstract. Possibilities of using the motor-pump of the heater for prevention of paraffin deposits, its hydraulic characteristics, comparison with other available analogues are investigated.

Key words: Tubing, motor-pump heater, paraffin, deposits, oil, well.

Вступ. На сьогоднішній день видобуток нафти є однією з найбільших галузей людства, і хоча період, розквіту цієї галузі, порівняно невеликий, попит та інтенсивність, з якими здійснюється видобуток, дуже великі. Сучасний підхід до розробки родовищ неминуче призводить до виснаження свердловиною. Також дебіт свердловин зменшується через важкі фракції нафти, такі як парафіни, асфальтени, що при відкачці осідають на стінках НКТ, можуть навіть повністю її перекрити. Це призводить до створення додаткового опору і зменшення продуктивності свердловини.

Для вирішення цієї проблеми люди створили багато різних пристроїв, але у всіх як свої переваги так і недоліки. Багато з них потребують зупинки роботи свердловини, і прочистки колони механічним способом, або використанням хімічних реагентів, і як можна зрозуміти дану процедуру потрібно повторювати через певні проміжки часу.

Але враховуючи основну причину відкладення парафінів – зниження температури при підйомі нафти, вище запропоновані методи не такі ефективні. Тому також використовують встановлення спеціальних нагрівачів, як в колоні так і за стінками.

Недоліками даних методів є створення гідравлічних опорів, та втрати тепла, що знижують ефективність пристроїв.

Альтернативою є використання пристрою що одночасно виконує функцію нагрівання та переміщення рідини.

Мета та завдання. Розрахунок ефективності застосування мотор-насосу нагрівача для протидії парафіновим відкладенням в НКТ нафтової свердловини.

Матеріал та результати дослідження.

Опис проблеми. Видобуток нафти супроводжується неминучою зміною термодинамічних умов та переходом нафти з пластових у поверхневі умови. При цьому тиск і температура знижуються. Порушується фазова рівновага окремих вуглеводнів у суміші, і їх виділення відбувається у вигляді вуглеводневих газів того чи іншого складу, з одного боку, і твердих або маслянистих важких фракцій у вигляді парафіну, смол та асфальтенів, на з іншого боку. Охолодження нафти під час підйому, вивільнення газоподібних фракцій і перепад тиску зменшує його розчинність щодо таких важких фракцій, як парафіни та смоли, які виділяються у вигляді кристалів парафіну, утворюючи нову тверду фазу.

Дрібні частинки парафіну можуть залишатися зваженими і переноситися потоком рідини. За певних умов вони злипаються, вивільняючи як смоли, так і асфальти, утворюючи липкі грудочки твердих вуглеводнів, які прилипають до шорстких стінок

труб, зменшуючи їх перетин.

Температура, при якій в нафті з'являються тверді частинки парафіну, називається температурою кристалізації парафіну. Вона різна для різного складу нафти і складу парафінових фракцій.

Для запобігання відкладення парафіну та забезпечення нормальної роботи свердловин застосовуються різні методи. Існують наступні основні способи видалення відкладень парафіну.

Механічні методи, які включають:

- використання пружинних скребків, періодично спускаються в трубопроводи по сталевому дроті;
- періодичне видалення вощеної частини НКТ і очищення їх внутрішньої порожнини механічними скребками на поверхні;
- використання автоматичних так званих літаючих скребків.

Теплові методи:

- нагрівання колони труби шляхом нагнітання перегрітої пари в затрубний простір;
- нагрівання труб відкачуванням гарячого масла;

Застосування труб з внутрішнім покриттям зі скляних, емалевих або епоксидних смол.

Застосування різних розчинників для парафінових відкладень.

Застосування хімічних добавок, що запобігають прилипанню парафіну до стінок труб.

Залежно від інтенсивності утворення парафінових відкладень, їх міцності, складу та інших особливостей застосовуються різні методи і часто їх комбінації.

Критерії порівняння. Основним в роботі нафтової свердловини є дебіт, енергозатрати на підйом нафти, час роботи свердловини між обслуговуваннями і час зупинки для обслуговування. За допомогою цих критеріїв можна порівняти наведені методи для протидії відкладенням парафінів. Також важливим критерієм є технічна складність і вартість реалізації проекту.

Так основна проблема механічних і хімічних методів – технічна складність, і регулярні зупинки роботи на проведення очищення.

Теплові методи мають низький ККД через розсіювання тепла в затрубний простір, а в разі встановлення в середину НКТ створюють додатковий гідравлічний опір.

Використання спеціальних покриттів на трубах НКТ дозволяє забезпечити ефект на певний термін, але потім необхідна заміна, що несе великі капіталовкладення.

Запропоноване рішення. З патенту [1] відома конструкція мотор насоса нагрівача (рис. 1) для боротьби з відкладеннями парафінів.

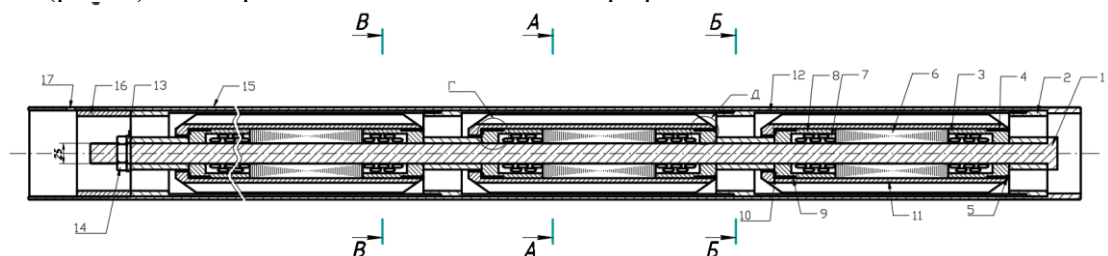


Рисунок 1 – Конструкція мотор насоса нагрівача

Основна відмінність запропонованого методу запобігання відкладенням парафінів від існуючих є нагрівання нафти з одночасним переміщенням оскільки пристрій являє собою електродвигун з зовнішнім ротором, на якому розміщується

робоче колесо осьового насосу, що компенсує гідравлічні втрати. Завдяки блочній конструкції пристрій має можливість масштабування, що збільшує діапазон можливого регулювання.

Нагрівання здійснюється завдяки втратам і двигуні і насосі, тому нормальний КПД для роботи насосу і двигуна 20-50% а втрати використовуються для нагрівання рідини що прокачується.

В патенті не описана конструкція лопаток робочого колеса, тому в середовищі SolidWorks було досліджено геометрію запропонованого насосу і можливу його ефективність з різними варіантами виконання лопаток (рис. 2). Найефективніше розміщення кількох рядів лопаток на одному робочому колесі, і розміщення направляючих після кожного ряду на зовнішньому корпусі.

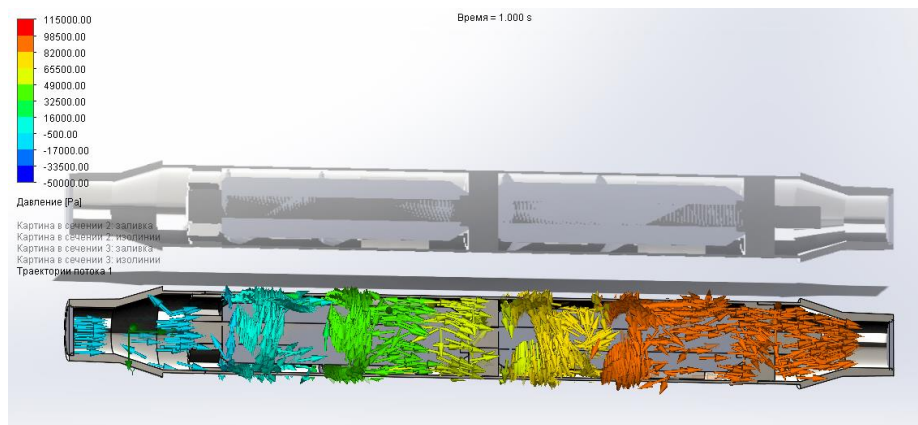


Рисунок 2 – Дослідження потоку при проходженні через пристрій запропонованої конструкції

На симуляції (рис. 2) загальний напір насосу за даної конструкції становить близько 90 кПа, що відповідно дорівнює 9 м водяного стовпа при швидкості обертання 1000 об/хв. Тобто запропонована конструкція компенсує створюваний нею гідравлічний опір.

Висновки. Досліджений мотор-насос нагрівач для запобігання парафіновим відкладенням в НКТ. Проведена симуляція в середовищі SolidWorks, що показує збільшення напору на виході з насосу на 9 метрів. Основні переваги запропонованого методу запобігання парафіновим відкладенням: простота конструкції; компенсація гідравлічних втрат; всі втрати в двигуні і насосі використовуються для нагрівання, тобто виконують корисну для нагрівача роботу; збільшення терміну між обслуговуваннями НКТ; великий діапазон регулювання зміни температури, і подачі за рахунок зміни кількості секцій і конструкції лопаток робочого колеса. Недоліки: ускладнення системи нафтовидобування встановленням нового елемента; недостатня дослідженість запропонованого методу.

Перелік посилань.

1. Пат. 77357 Україна, МПК H05B 6/10 (2006.01) Мотор-насос трансформаторно-асинхронної системи для транспортування та нагрівання рідини / Попович О.М. Вербовий А.П. Головань І.В. Заявник та патентовласник: інститут електродинаміки НАН України, у 2012 09396, опубл. 11.02.2013

2. Білецький В.С. «Мала гірнича енциклопедія 2 том» Вид. – Донецьк, «Донбас» 2007. – 652 с.

3. В. С. Білецький, В. М. Орловський, В.І. Дмитренко, А. М. Похилко «Основи нафтогазової справи» – Полтава : ПолтНТУ, Київ : ФОП Халіков Р.Х., 2017. – 312 с.

Науковий керівник д.т.н., доц. Попович О.М.