



8. Деклараційний патент 14612 UA, МПК C01L1/00 (2006/01) Спосіб приготування рідкого пального [Текст] / Лукач Ю.Ю., Доброногов В.Г., Булгаков Б.Б., Булгаков О.Б., Бондаренко В.М.; заявник МНТЦ "ІНТРЕК". - № UA 94107112; заявл. 03.10.94; опубл. 20.01.97, Бюл. №1, 1997р.

9. Сухенко Ю.Г. Biodiesel production based on waste cooking oil [Текст] / Ю.Г. Сухенко, М.М. Муштрук // Сб. научных трудов SWorld. Вып. 2(39). Т. 5. – Иваново: Научный мир, 2015 – С. 21– 28.

ЦИТ: ua117-109

DOI: 10.21893/2415-7538.2016-05-1-109

УДК 622.245.52

Якимечко Я.Я.

### СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ І ВИДАЛЕННЯ АСФАЛЬТЕНОСМОЛОПАРАФІНОВИХ ВІДКЛАДІВ

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019*

Yakymchko Y.Y.

### A METHOD FOR PREVENTING AND REMOVING DEPOSITS OF TAR, PARAFFIN, ASPHALTENES

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas  
Ivano-Frankivsk, street. Carpathian 15, 76019*

*Анотація. У статті розглядається спосіб запобігання і видалення асфальтеносмолопарафінових відкладів зі стінок трубопроводів і поверхневого промислового обладнання свердловин під час підготовки високов'язкої нафти до транспортування на збірний пункт. Також описується технологічний процес і пристрій для його здійснення. Робота пристрою ґрунтується на створенні штучної кавітації і руйнуванні механічної структури високов'язкої нафти, що призводить до покращення її реологічних властивостей.*

*Ключові слова: кристалізація, асфальтеносмолопарафіни, діаметр труб, підготовка нафти, кавітатор, реологія.*

*Abstract. The article deals with a method for preventing and removing of bitumen sediments from the pipe wall and field equipment of well during the preparation of high-viscous oil to be transported to the assembly point. Process and instrument for its implementation are also described. Operation is based on creating of artificial cavitation and mechanical damage of a structure of high-viscous oil, which leads to the improvement of its rheological properties.*

*Key words: crystallization, bitum, diameter of pipes, preparation of oil, cavitator, rheology.*

**Вступ.** Запобігання і видалення асфальтеносмолопарафінових відкладів (АСПВ) є надзвичайно розповсюдженою і актуальною проблемою в практиці експлуатації нафтових свердловин. Відкладання цих речовин призводить до частих зупинок свердловин для очищення глибинного обладнання від відкладів, істотних витрат на депарафінізацію і поточний ремонт свердловин, а також до зниження видобутку і значного недобору та втрат нафти. З досвіду експлуатації



свердловин в умовах нафтових родовищ України відомо, що близько 30 – 35 % всіх зупинок свердловин для виконання поточних ремонтів відбувається внаслідок відкладення парафіну на поверхні насосно-компресорних труб (НКТ), що неминуче призводить до зменшення діаметру прохідного перерізу труб і до зниження дебітів свердловин, до відмов штангових свердловинних насосних установок та іншого обладнання.

У низці робіт [1-3] вивчено механізм, умови відкладання асфальтеносмолопарафінових речовин (АСПР) і рекомендовано різні способи попередження відкладання АСПР і видалення АСПВ.

**Висвітлення матеріалів дослідження.** Парафіни, асфальтени та смоли, які в нормальних умовах являють собою тверді кристалічні речовини, в пластових умовах та умовах вибою свердловини найчастіше розчинені в нафті. При певних термобаричних умовах (зниження температури і тиску та розгазування нафти при русі її по стовбуру свердловини від вибою до гирла) асфальтеносмолопарафінові речовини випадають із нафти у вигляді кристалів. Останні можуть залишатися у завислому стані і виноситися висхідним потоком нафти на поверхню. Проте, АСПР можуть також відкладатися по всьому шляху руху нафти від пласта до установки підготовки нафти: 1) у привибійній зоні пласта (в поровому просторі); 2) на вибої та стінках свердловини; 3) у викидних лініях свердловин та нафтопроводах при транспортуванні нафти, в трапах і приймальних резервуарах. Випаданню АСПР з нафти сприяє значне пониження температури при підніманні нафти на поверхню. Ефект охолодження потоку нафти зумовлений зниженням температури навколишнього середовища та виділенням із нафти газу, підсилюється в міру наближення до гирла свердловини. Тому АСПВ, головним чином, спостерігаються у верхній частині піднімальних труб в інтервалі глибин від 1000 м до 200 – 100 м (де, як правило, є максимальна їх кількість), а також у викидних лініях, де відкладання АСПР збільшується в холодний час року. Вище від глибини 100 – 200 м шар АСПВ зменшується за рахунок змивання їх потоком свердловинної продукції.

Основними факторами, що зумовлюють утворення АСПВ, є :

- \* компонентний склад нафти, тобто концентрація асфальтенів, смол і парафінів;
- \* зниження температури рідини до температури початку кристалізації парафіну;
- \* обводненість свердловини та ймовірність утворення емульсії;
- \* зниження тиску по стовбуру свердловини до тиску насичення і наступне розгазування нафти;
- \* швидкість висхідного потоку рідини та його режим;
- \* шорсткість стінок труб і наявність механічних домішок.

Без сумніву, одним із головних факторів, що визначають умови зародкоутворення і кристалізації осадів, які у свою чергу впливають на формування АСПВ, є концентрація парафінів. Проте, з літературних джерел стає очевидним, що істотну роль відіграють також асфальтени і смоли, що впливають на структуру відкладів [3]. Визначальним чинником при цьому є



відношення концентрації асфальтенів (або асфальтенів та смол) до концентрації парафінів.

Фактором, що сильно впливає на здатність утворення АСПВ на поверхні труб, поряд зі зміною температури, є також швидкість потоку рідини. Вона визначає гідродинамічний режим. Відомо, що при дебітах нафти понад 70 т/добу парафінові відклади не спостерігаються [4]. Істотно впливають на утворення відкладів характеристики поверхні. Значна шорсткість поверхні (висота виступів 7–9 мкм і більше) сприяє утворенню АСПВ, а висока полярність поверхні труб, навпаки, перешкоджає цьому.

Кількість відкладеного парафіну в міру переміщення до гирла свердловини зростає за рахунок того, що він інтенсивніше переходить з рідкої фази в тверду, і за рахунок виносу його на оболонках газових бульбашок. Крім того, виявляється, що температура плавлення парафіну, що утворюється, зменшується від низу НКТ до верху, то можна прийти до висновку, що у верхній частині колони НКТ відбувається відкладення більш термостійких парафінів, а в нижній – менш тугоплавких.

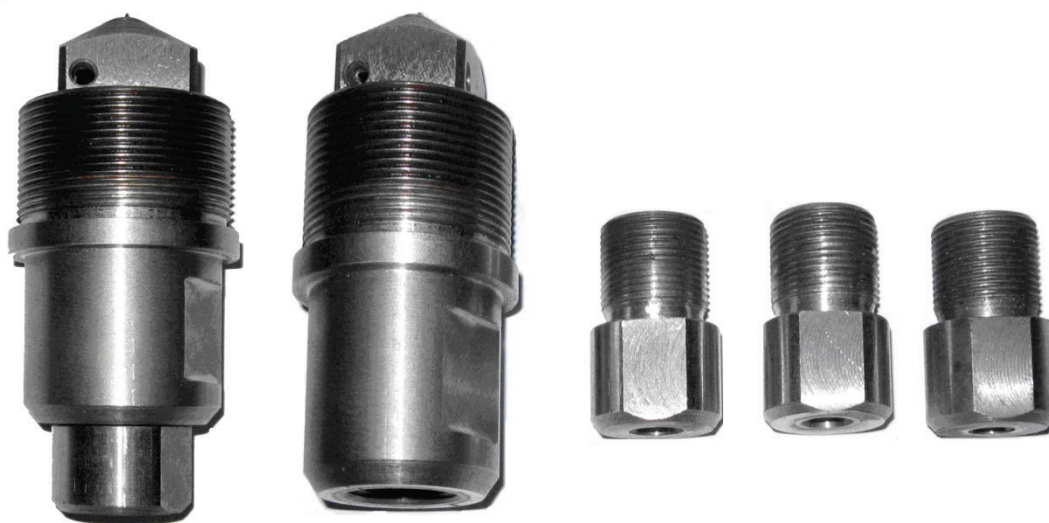
Удосконалення технології підготовки високов'язкої нафти здійснюється включенням у технологічну схему кавітаційного пристрою, який містить у собі гідродинамічний кавітатор (рис. 1–3).

Коли зі свердловини на денну поверхню почне поступати суміш високов'язкої нафти внаслідок зниження температури її густина збільшиться. Щоб запобігти інтенсивному відкладанню на внутрішній поверхні стінок трубопроводу АСПВ і змінити їх в'язкість, виникає необхідність у додатковій обробці цієї суміші. Це можна зробити за допомогою кавітаційного пристрою, який змонтований на приймальній ємності. Застосування цього пристрою також дасть змогу зменшити дію факторів, що зумовлюють утворення асфальтеносмолопарафінових відкладів на нафтовидобувному обладнанні. Принцип роботи кавітаційного пристрою такий.

Включають в роботу поршневий насос і видобута високов'язка суміш з нижньої частини приймальної ємності подається до кавітаційного пристрою. Ця суміш потрапляє в камеру закручування гідродинамічного кавітатора, в якій при проходженні робочої рідини з неї виділяються бульбашки газу, а на виході з камери при проходженні рідини через ступінчатий дифузор ці бульбашки під дією зовнішнього тиску лускають. Час існування каверн і газових пустот визначається швидкісним напором рідини на виході з пульсатора (кавітатора). При високій швидкості обертання потік рідини спочатку закручується, потім звужується. В процесі звуження потоку значно зростає окружна складова швидкості, виникають центробіжні сили, які створюють у вихідному каналі насадки тонку плівку кільцевої форми перерізу. Дана плівка, виходячи з насадки, розпадається на дрібні краплини. Вздовж вісі насадки створюються газовий вихор, подібно до вихрової каверни, яка утворюється при витіканні закрученої рідини з ємності через отвір. Таким чином, вихідний отвір насадки заповнений кільцевим потоком тільки на периферії, а центральна частина перерізу заповнена газовим вихором з тиском меншим за атмосферний. При виході бульбашок в зону позитивного тиску, проходить зміна тиску в потоці

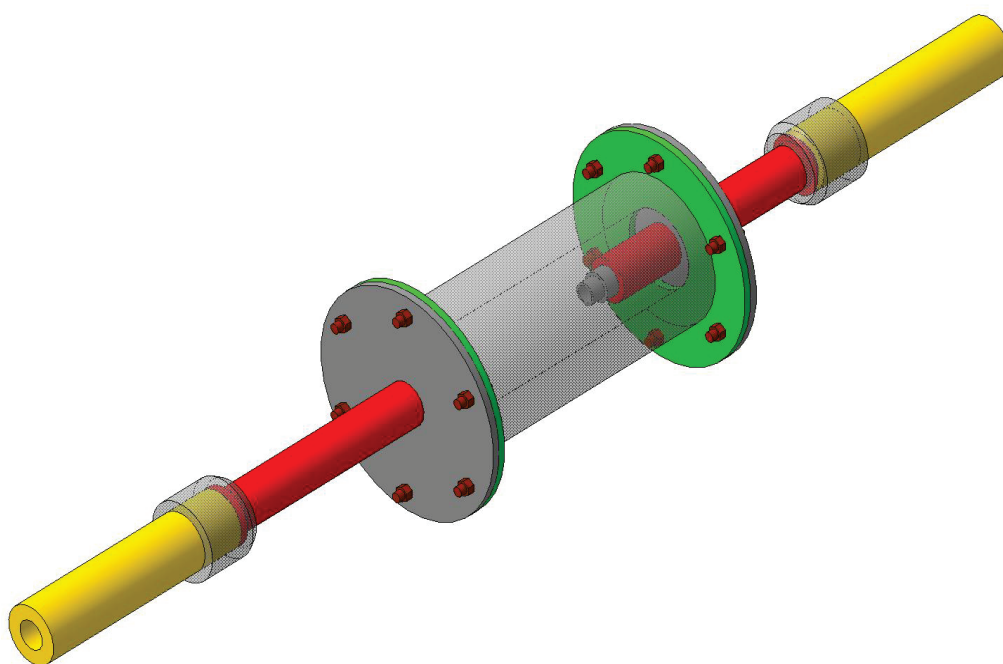


робочої рідини і бульбашки лускають, а робоча рідина потрапляє у вигляді мікроструминок в заглиблення і прорізає бульбашку з великою швидкістю, створюючи потужні мікропотоки, які подібні до кумулятивних струменів. Таким чином, потік високов'язкої нафти проходить кавітаційно-імпульсну обробку і завдяки цьому нагрівається, понижуючи свою в'язкість. При нагріванні нафти розтоплюються парафінові включення. Це позитивно відображається на прокачуваності нафти і зменшує ймовірність закупорювання парафіном каналів і отворів наземного і свердловинного обладнання. Під час кавітації у нафті виникають знакозмінні тиски, що сприяє розриву безперервного ланцюжка високов'язкої нафти, руйнуючи зв'язки між окремими частинками молекул [5-7].

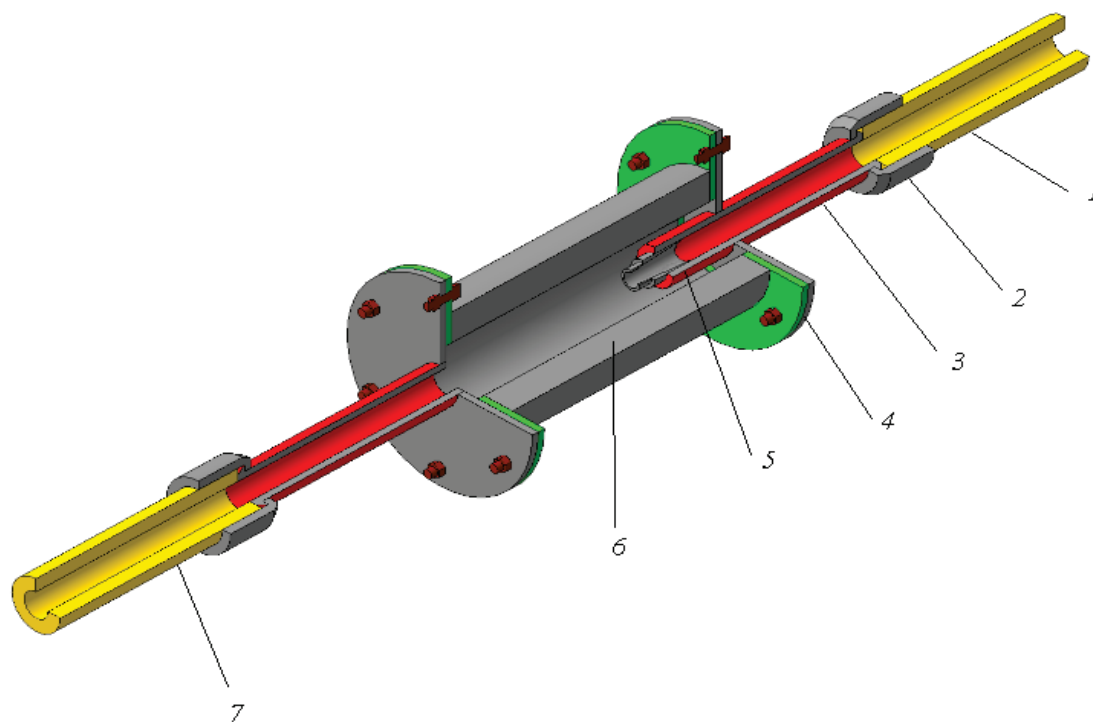


а) в зібраному вигляді б) з різними діаметрами сопел

**Рис.1. Фотографічне зображення гідродинамічного кавітатора**



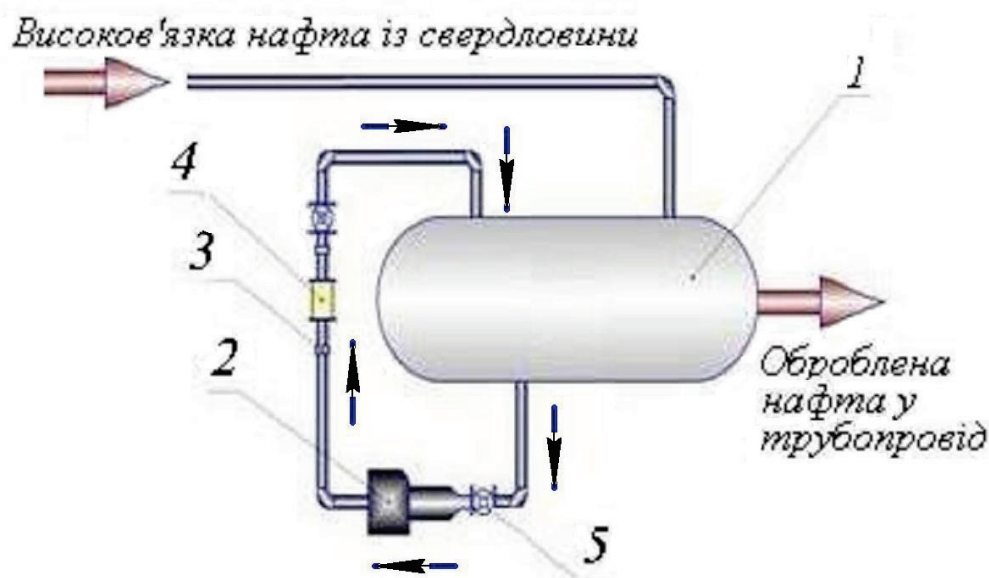
**Рис. 2. Об'ємний вигляд кавітаційного пристрою для обробки високов'язкої нафти перед її транспортуванням**



1 – вхідна лінія; 2 – швидко роз'ємне різьбове з'єднання; 3 – патрубок;  
4 – фланцеве з'єднання; 5 – гідродинамічний патрубок; 6 – товстостінна  
камера; 7 – нагнітальна лінія

**Рис. 3. Розріз кавітаційного пристрою для обробки високов'язкої нафти перед її транспортуванням підводним морським трубопроводом**

Технологічний процес відбувається таким чином (рис. 4).



1 – приймальна ємність; 2 – поршневий насос; 3 – швидко роз'ємне з'єднання;  
4 – кавітаційний пристрій; 5 – засувка

**Рис. 4. Схема обв'язки обладнання під час обробки високов'язкої нафти кавітаційним пристроєм**

З нижньої частини приймальної ємності 1 через фільтр поршневим



насосом 2 подається видобута із свердловини нафтова суміш на кавітаційний пристрій 4. Суміш, проходячи через гідродинамічний кавітатор, потрапляє в робочу камеру, де піддається синергічній дії фізичних полів. Завдяки такому впливу, в'язкість суміші знижується і вона поступово нагрівається. Оброблена таким чином нафтова суміш потрапляє у нагнітальну лінію і спрямовується у верхню частину приймальної ємності.

### Висновки.

Було розглянуто удосконалену технологію підготовки високов'язкої нафти. Встановлено, що включення кавітаційного пристрою у технологічну схему підготовки високов'язкої нафти до транспортування дає можливість руйнувати механічну структуру нафти. Тобто, нафта розріджується і підігрівається перед подачею її у трубопровід для транспортування її на пункт збору. Це є позитивним фактором і дозволить зменшити відклади АСПВ на внутрішніх стінках трубопроводу і збільшити прокачуваність нафти.

### Література:

1. Мищенко И. Т. Основные факторы, осложняющие процесс добычи нефти [Текст] / И. Т. Мищенко. // Тр. ин-та – М., МИНГП им. И.М. Губкина, – 1982. – Вып. 165. – С. 5-14.
2. Якимечко Я.Я. Деякі концепції видобування високов'язких вуглеводнів [Текст] / Я.Я. Якимечко // Нафта і газ України-2000: матеріали 6-ої міжнар. наук.-практ. конф., 31 жовтня-3 листопада 2000 р. – Івано-Франківськ, 2000. – Т.2. - С. 212-213.
3. Волков Л.Ф. Добыча и промысловый сбор парафинистых нефтей [Текст] / Л.Ф. Волков, Я.М. Каган, В.Х. Латыпов // – М. : Недра, 1970.
4. Минеев Б.П. Два вида парафина, выпадающего на подземном оборудовании скважин в процессе добычи нефти [Текст] / Б.П.Минеев, О.В.Болигатова // Нефтепромысловое дело. – 2004. – № 12, с. 41 – 43.
5. Патент 36439А Україна, МКП В06В1/20. Гідродинамічний кавітатор [Текст] / Р.С. Яремійчук, Т.Р. Шандровський, Я.Я. Якимечко; заявники і патентовласники: Р.С. Яремійчук, Т.Р. Шандровський, Я.Я. Якимечко. - № 99126895; заявл. 17.12.1999; опубл. 16.04.2001, Бюл. № 3.
6. Якимечко Я.Я. Стенові випробування гідродинамічного пристрою-пульсатора та його вплив на параметри товарної нафти [Текст] / Я.Я. Якимечко // Нафтова і газова промисловість. – 2009. - № 5-6. – С. 16 – 17.
7. Якимечко Я. Я. Вплив пульсацій тиску, створених гідродинамічним кавітатором, на параметри нафти [Текст] / Я. Я. Якимечко, Я. М Фем'як., С. О. Овецький, І. Я. Яремко // Тези допов. і повідомл. міжнар. наук.-техн. конф. «Нафтогазова енергетика – 2011», м. Івано-Франківськ, 10-14 жовтня 2011 р. – Івано-Франківськ.: вид-во ІФНТУНГ, 2011. – С. 48.

Стаття відправлена: 07.04.2017 р.

© Якимечко Я.Я.