



УДК 622.245.52

USE OF ENERGY OF PULSATING FLOWS WHILE PRODUCING HIGH-VISCOSITY OIL BY JET PUMPS**ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ПУЛЬСУЮЧИХ ПОТОКІВ ПРИ ВИДОБУВАННІ ВИСОКОВ'ЯЗКОЇ НАФТИ СТРУМИННИМИ НАСОСАМИ**

Yakymchko Y. Y. / Якимечко Я. Я.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, street. Carpathian 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, 76019

Анотація. У статті описано удосконалену технологію видобування високов'язкої нафти. Для зниження в'язкості нафти використовується енергія пульсуючих потоків. Завдяки поєднанню одночасної роботи струминного насоса з розділеними робочими потоками і гідродинамічного кавітатора продуктивність свердловини з високов'язкими нафтами збільшується у 2,5 рази.

Ключові слова: конструкція, пульсація, кавітатор, нафта, видобуток, продуктивність

Вступ. Проблема пошуку ефективних технологій видобування високов'язкої нафти із свердловин сьогодні є актуальною у всіх нафтовидобувних країнах світу, у тому числі і в Україні. Для удосконалення цих технологій і технічних засобів використовують нові фізичні явища та ефекти. До таких фізичних явищ відноситься і кавітація. Використання кавітаційно-пульсаційної технології для зниження в'язкості важких нафт в свердловинних умовах на родовищах з високов'язкими вуглеводнями може забезпечити істотне збільшення дебіту свердловин та зниження витрат на їх експлуатацію [1]. Тому проблема більш ефективної експлуатації свердловин, що продукують високов'язкі нафти, за умов існування дефіциту енергоносіїв є актуальною і потребує подальшого вивчення.

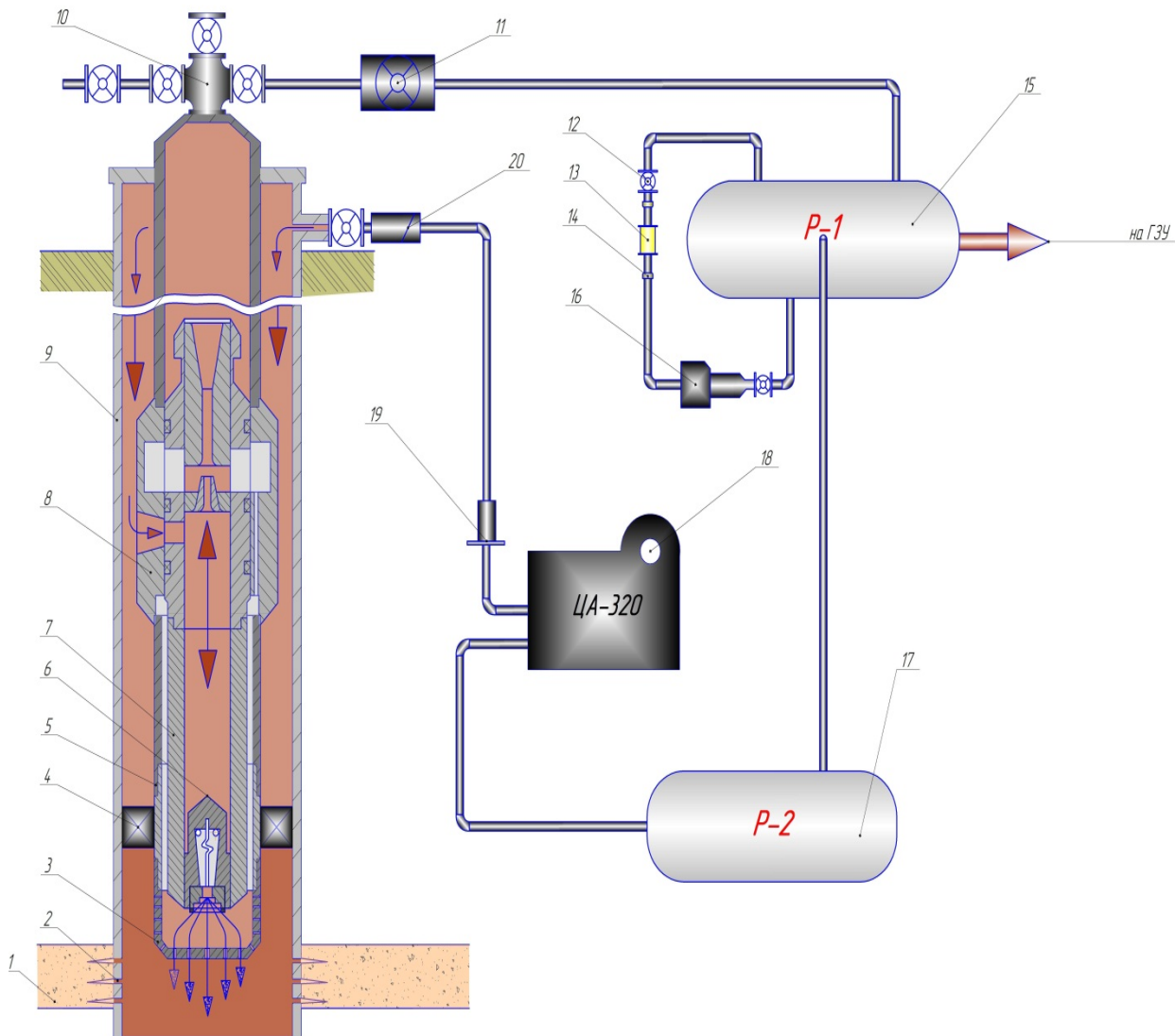
Кавітаційно-пульсаційні коливання можуть відчутно змінювати параметри високов'язкої нафти і природно, що є їх використовують для інтенсифікації видобування нафти [2]. Вони є ефективними лише тоді, коли інтенсивність коливань достатня і основним в цьому є розробка, випробування і впровадження потужних і довговічних генераторів імпульсного поля. Перспективними в цьому напрямі є гідродинамічні випромінювачі.

Ефективність цих пристроїв часто залежить від комплексу одночасної дії не одного, а декількох факторів, які поодиноці не дають бажаного ефекту. Так, ефективність акустичних коливань суттєво підвищується за одночасного температурного впливу і циклічної зміни тиску.

Використання енергії пульсуючих потоків при видобуванні високов'язкої нафти струминними насосами. Технологічний процес здійснюється таким чином. В свердловину, обсажену обсадною колоною, на насосно-компресорних трубах спускають струминний апарат, який складається із струминного насоса і гідродинамічного кавітатора для імпульсно-кавітаційної обробки високов'язкої нафти. На розрахованій глибині в



свердловині встановлюють пакер. Включають в роботу наземний гідропривід і робоча рідина під заданим тиском подається по нагнітальній лінії через фільтр і зворотний клапан в затрубний простір до струминного апарату. Піднімання високов'язкої нафти з свердловини проводять за такою схемою (рис. 1) [3]. Одна частина робочої рідини потрапляє через вхідні тангенціальні отвори в кільцеву конусоподібну камеру завихрення гідродинамічного кавітатора, де потік рідини під дією відцентрової сили сильно закручується та ініціює виникнення прецесуючого вихрового ядра, яке скручується по довжині струменю. Рухаючись по стінках кругової конусоподібної камери від перерізу з більшим діаметром до перерізу з меншим діаметром, закручений струмінь



1 – продуктивний нафтоносний пласт; 2 – перфораційні отвори; 3 – фільтр кінцевик; 4 – пакер; 5 – колона НКТ; 6 – гідродинамічний кавітатор; 7 – приставка для кавітатора; 8 – струминний насос; 9 – експлуатаційна колона; 10 – фонтанна арматура; 11 – витратомір; 12 – засувка; 13 – квітаційний пристрій; 14 – швидкокороз'ємне з'єднання; 15 – резервуар для видобутої нафти; 16 – поршневий насос; 17 – резервуар з легкою нафтою; 18 – насосна установка; 19 – фільтр; 20 – зворотний клапан.

Рис. 1 Технологічна схема обв'язки обладнання для видобування нафти за допомогою струминного насоса з розділеними робочими потоками



збільшує свою швидкість руху. Збільшення швидкості руху означає збільшення кінетичної енергії струменя. За законом збереження енергії зростання кінетичної енергії неминуче призведе до падіння потенційної енергії, а роль потенційної енергії в потоці робочої рідини виконує тиск.

Таким чином, чим меншим буде діаметр, тим вищою в ньому буде швидкість руху закрученого струменя і тим нижче впаде тиск. Як тільки тиск у своєму падінні наблизиться за величиною до тиску насичених парів почнеться бурхливе пароутворення. Тобто, почнеться холодне адіабатне кипіння рідини.

Цей процес буде супроводжуватися утворенням бульбашок, в середині яких будуть знаходитися пари рідини. Нижній кінець центрального пружинного стержня, перебуваючи під одночасною дією перепадів швидкості закрученого струменя і прецесуючого вихрового ядра, буде здійснювати поперечні коливальні рухи, створюючи ще більше завихрення та інтенсифікуючи утворення парогазових бульбашок або каверн. На виході з камери завихрення при проходженні рідини через ступінчатий дифузор, діаметр якого поступово буде збільшуватися і відповідно швидкість руху рідини буде зменшуватися, а тиск відповідно збільшуватиметься. Стінки парових бульбашок, в середині яких тиск буде нижчий за атмосферний ($P_{вб} < 0,1$ МПа), почнуть стрімко рухатися назустріч один одному. Чим більшим буде зовнішній тиск, тим більшим буде сила, яка діє на стінки, тим більшим буде їх прискорення. Незначна частина пари в об'ємі бульбашки буде завжди присутня. Кількість її мала, і тому більшу частину процесу лускання пара не здійснює суттєвого спротиву зближенню стінок бульбашки. І лише в кінці, коли об'єм бульбашки складає відсотки або долі відсотка від її максимального об'єму, їх тиск за величиною наближається до зовнішнього тиску на стінки бульбашки. Але оскільки стінки вже набрали швидкість та інерцію, тому зупинити їх неможливо. У результаті швидкісний напір стінок продовжує стискати бульбашку і вона лускає з виникненням потужних мікропотоків, які подібні до кумулятивних струменів. В цей момент нагрівання рідини буде відбуватися за рахунок енергії, яка вивільняється при гальмуванні струменя під час кавітаційних процесів, тобто за рахунок гідравлічного тертя.

Одночасно збільшення тиску призведе до зворотного процесу – конденсації пари. Температура в центрі бульбашки, що луснула, в результаті стиснення буде значно перевищувати температуру робочої рідини. Це перевищення може досягати десятків і навіть сотень градусів.

Час існування парогазових каверн 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 колова 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.

Отже, потік високов'язкої нафти, яка рухається з підпакерного простору в зону пониженого тиску струминного насоса, потрапляє в зону дії кавітації і нагрівається, понижуючи свою в'язкість і густину. Це позитивно відображається на прокачуваності нафти і зменшує ймовірність закупорювання



парафіном каналів і отворів свердловинного і наземного обладнання. Під час кавітації у нафті виникають знакозмінні тиски, що сприяє розриву безперервного ланцюжка високов'язкої нафти, руйнуючи зв'язки між окремими частинками молекул.

Друга частина робочої суміші спрямовується в сопло насоса, звідки витікаючи з великою швидкістю, утворює зону зниженого тиску, внаслідок чого робоча рідина і нафта із підпакерного простору потрапляє в камеру змішування дифузора насоса. Далі ця суміш по насосно-компресорним трубам піднімається на поверхню.

Висновки. Використання кавітаційно-пульсаційної технології для зниження в'язкості важких нафт в свердловинних умовах на родовищах з високов'язкими вуглеводнями може забезпечити істотне збільшення дебіту свердловин та зниження витрат на їх експлуатацію. Тому проблема більш ефективної експлуатації свердловин, що продукують високов'язкі нафти, за умов існування дефіциту енергоносіїв є актуальною і потребує подальшого вивчення.

Завдяки поєднанню одночасної роботи струминного насоса з розділеними робочими потоками і гідродинамічного кавітатора продуктивність свердловини з високов'язкими нафтами збільшується у 2,5 рази. Це було підтверджено приймальними промисловими випробуваннями на Бугруватівському родовищі, на основі яких був складений акт.

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. Сургучев М. Л. Гидродинамическое, акустическое, тепловое циклические воздействия на нефтяные пласты [Текст] / М. Л. Сургучев, О. Л. Кузнецов, Э. М. Симкин. – М: Недра, 1975. – 185 с.
3. Патент 57331 Україна, МПК F04F 5/00 E21B 37/00. Спосіб роботи насосно-ежекторної свердловинної струминної установки з гідродинамічним пульсатором для видобування високов'язких нафт/ Р.С. Яремійчук, Я.Я. Якимечко, Т.Р. Шандровський: заявники і патентовласники Р.С. Яремійчук, Я.Я. Якимечко, Т.Р. Шандровський. - № u2010 08424; заявл. 05.07.2010; опубл. 25.02.2011. Бюл. № 4.

References.

1. Myshchenko Y. T. Osnovnyye faktory, oslozhniayushchye protsess dobychy nefty [Tekst] / Y. T. Myshchenko. // Tr. yn-ta – M., MYNHP ym. Y.M. Hubkina, – 1982. – Вып. 165. – S. 5-14.
2. Surhuchev M. L. Hydrodynamicheskoe, akusticheskoe, teplovoe tsyklycheskiye vozdeistviya na neftianye plasty [Tekst] / M. L. Surhuchev, O. L. Kuznetsov, E. M. Symkin. – M: Nedra, 1975. – 185 s.
3. Patent 57331 Ukraina, MPK F04F 5/00 E21B 37/00. Sposib roboty nasosno-ezhektornoi sverdlvynnoi strumynnoi ustanovky z hidrodynamichnym pulsatorom dlia vydobuvannia vysokov'iazkykh naft/ R.S. Yaremiichuk, Ya.Ia. Yakymechko, T.R. Shandrovskiy: zaiavnyky i patentovlasnyky R.S. Yaremiichuk, Ya.Ia. Yakymechko, T.R. Shandrovskiy. - № u2010 08424;



zaiavl. 05.07.2010; opubl. 25.02.2011. Biul. № 4.

Abstract. *This article «Use of energy of pulsating flows while producing high-viscosity oil by jet pumps» describes advanced technology to extract high viscosity oil. In order to reduce the viscosity of the oil used by energy pulsating flows. Due to the combination of simultaneous work of jet pump with divided working flows and hydrodynamic cavitator the productivity of the well with high-viscosity oils increases for 2.5 times. This was confirmed by acceptance official field tests on the Buhruvativske oil field and on the basis of them the act of work was made.*