

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕЖЕКЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

О.В.Паневник, Р.Г.Онацько

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42430
e-mail: public@nuing.edu.ua

В процессе изучения условий и характеристик осложненной в работе, обобщения конструкций скважинных эжекционных систем необходимо наметить пути к их дальнейшему совершенствованию. Анализ мирового опыта использования скважинных эжекционных систем позволяет систематизировать принципы возникновения нарушений работы струйных насосов. Выделено четыре группы скважинных эжекционных систем, и предложено взаимодополняющие направления осуществления их оптимизации.

Поширеність застосування ежекційних технологій свідчить про їх світове значення. Відсутність рухомих частин, простота передачі та перетворення енергії, можливість працювати в широкому діапазоні зміни дебітів, малі габаритні розміри та невисока вартість дозволяють використовувати струминні насоси в багатьох технологічних процесах нафтогазової галузі. Висока ефективність використання свердловинних струминних насосів дає змогу підняти рівень їх використання від характеру допоміжних до ролі основних технологій, здатних вирішувати задачі при бурінні та експлуатації нафтових та газових свердловин.

Велика кількість існуючих на сьогоднішній день конструкцій ежекційних систем та значної кількості не зв'язаних між собою організацій проєктантів та виробників в умовах відсутності єдиних стандартів, що регламентують типи та параметри свердловинних струминних насосів ускладнюють їх ремонт та експлуатацію. Обширний парк різнотипного ежекційного обладнання, необхідність розробки конструктивно – уніфікованих рядів, обмеження номенклатури необхідних змінних деталей і прийняття єдиних вимог до марок матеріалів та систем їх обробки свідчать про потребу узагальнення світового досвіду використання свердловинних струминних насосів. В процесі класифікації та систематизації областей застосування струминних насосів в нафтовій та газовій промисловості, вивченні умов та характеристик ускладнень в роботі, узагальненні конструкцій свердловинних ежекційних систем необхідно намітити шляхи до їх подальшого удосконалення.

Ежекційні технології сьогодні використовують при бурінні свердловин, ліквідації аварій при бурінні; цементування обсадних колон; освоєнні та дослідженні свердловин, їх експлуатації; інтенсифікації методів нафтовилучення; підземному ремонті свердловин; зборі та підготовці нафти і газу.

Здатність струминного насоса створювати зворотне місцеве промивання привибійної зони знайшло відображення в конструкціях пристро-

During study of requirements and performances of complications in-process, generalizations of constructions downhole jet systems it is necessary to plan paths to their further perfecting. The analysis of global experience of use downhole jet systems allows systematizing principles of origin violations operation of jet pumps. It is chosen four groups downhole jet systems, and it is offered complementary directions of a realization their optimization.

ів для відбору керна. Окремі схеми використання струминного насоса дозволяють знижувати диференціальний тиск в свердловині, що робить їх незамінними при бурінні в зонах поглинання бурового розчину. Зниження диференціального тиску дозволяє також, як відомо, суттєво підвищити механічну швидкість буріння та створити додаткове гідравлічне зусилля на долото. Остання обставина, поряд з можливістю струминного насоса інтенсифікувати промивання свердловини, призвела до використання ежекційних систем при похило-орієнтованому і, зокрема, горизонтальному бурінні. Здатність струминного насоса створювати у додатковому привибійному контурі свердловини витрату промивальної рідини, яка перевищує продуктивність бурового насоса, використана при оптимізації режиму роботи турбобурів, в конструкції вибійних уловлювачів, та пристроїв для ліквідації прихоплень бурильних колон.

Застосування в процесі цементування свердловин струминних гідрозмішувачів дозволяє за рахунок підвищення продуктивності суттєво скоротити кількість обладнання для приготування тампонажних сумішей. Це особливо необхідно у важкодоступних районах, а також при розробці морських родовищ, де практично неможливе збільшення парку обладнання при кріпленні нафтових і газових свердловин.

В останні роки помітне суттєве зростання обсягів використання ежекційних систем безпосередньо при експлуатації свердловин. Причому струминні насоси застосовуються і автономно, і як основне обладнання: для оптимізації режиму роботи УЕЦН та зниження гирлового тиску, транспортування продукції свердловини в системі збору та підготовки нафти та газу тощо.

Освоєння та дослідження свердловин – найбільш поширена область застосування струминних насосів, котрі можуть створювати депресії на продуктивний горизонт, здійснювати пряме і місцеве промивання та аерацію розчину при освоєнні та випробуванні свердловин.

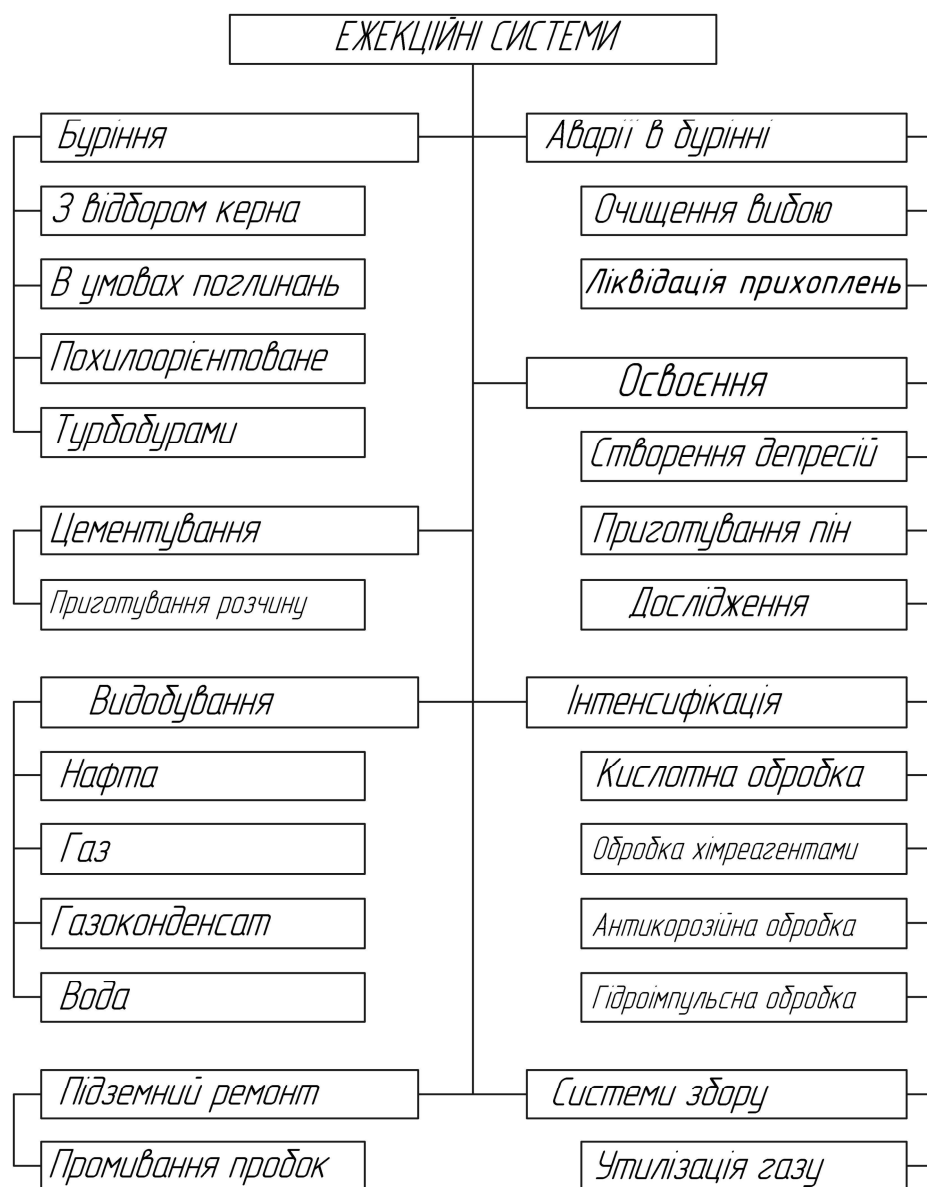


Рисунок 1 – Области застосування ежекційних систем

З моменту розробки ці технології використовувались на декількох тисячах свердловин, що свідчить про їх високу ефективність [5].

Здатність струминних насосів працювати в умовах агресивних середовищ знайшла застосування при реалізації окремих процесів інтенсифікації нафтовилучення. Суттєвою перевагою струминних насосів є можливість швидко видалення продуктів реакції після здійснення впливу на привибійну зону свердловини. При цьому зростає ефективність проведення кислотної обробки або обробки привибійної зони пласта іншими хімічними реагентами. Нещодавно була розроблена технологія використання струминного насоса для закачування інгібіторів проти корозії водоводів системи підтримування пластового тиску. Використання струминного насоса зумовлене необхідністю дотримання герметичності системи циркуляції відповідно до «Правил безпеки в нафтовій та газовій промисловості при перекачуванні горючих рідин».

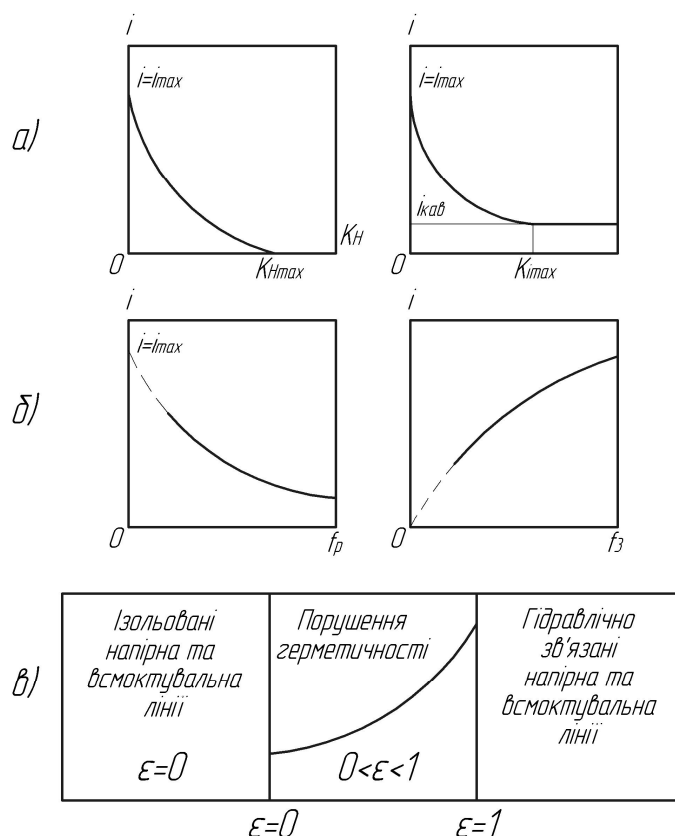
Інтенсифікація промивання привибійної зони безпосередньо пов'язана з використанням струминних насосів для промивання піскових пробок. Ця технологія була розроблена в 50-х роках минулого століття.

В системах збору та підготовки нафти і газу використовують рідинно-компресорні струминні установки, призначені для утилізації і переробки нафтового газу з метою скорочень його втрат на факелах.

Аналіз світового досвіду використання свердловинних ежекційних систем дозволяє систематизувати причини виникнення порушень роботи струминних насосів за наступними ознаками:

- зашламування гідравлічних ліній ежекційної системи;
- промиви елементів струминного насоса;
- негерметичність областей високого та низького тиску в свердловині.

Характер порушень, викликаних вищезгаданими причинами, показано на рис. 2.



а) зашлямування гідравлічних ліній; б) промиви елементів струминного насоса;
в) негерметичність областей високого та низького тиску.
 i – коефіцієнт інжекції струминного насоса; K_H, K_I – опір напірної та всмоктувальної лінії;
 f_p, f_3 – площі перерізів робочої насадки та камери змішування;
 ϵ – коефіцієнт гідравлічного зв'язку напірної та всмоктувальної лінії

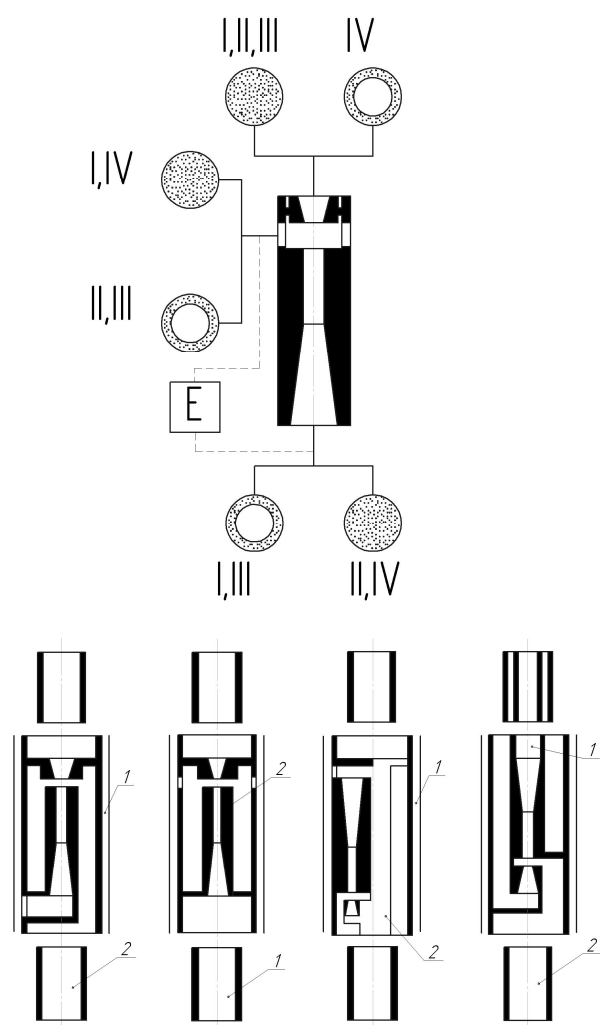
Рисунок 2 – Порушення в роботі ежекційних систем

Вплив ступеня зашлямування гідравлічних ліній на режим роботи ежекційної системи, таким чином, може визначатись залежністю величини коефіцієнта інжекції від опору напірної K_H та всмоктувальної K_I ліній струминного насоса (рис. 2, а). Величина коефіцієнта інжекції при цьому може приймати максимальні i_{max} , нульові $i=0$ та кавітаційні $i_{кав}$ значення. Промив деталей струминного насоса внаслідок гідроабразивної кавітаційної ерозії адекватний зміні площі січень робочої насадки f_p або камери змішування f_3 (рис. 2, б). Негерметичність областей високого та низького тиску може виникнути при зміні пакерної схеми використання струминного насоса. Величини коефіцієнтів інжекції i та гідравлічного зв'язку ϵ при цьому приймають проміжні значення між випадками ізольованих ($\epsilon=0$) та гідравлічно зв'язаних ($\epsilon=1$) нагнітальної та всмоктувальної ліній ежекційної системи (рис. 2, в). Виникнення гідравлічного зв'язку між областями високого та низького тиску викликає зниження інжектваного потоку.

Незважаючи на характер процесів, які реалізуються використанням струминних насосів - орієнтацію елементів в просторі та їх кількість, умови застосування та тип додаткового супутнього обладнання – сучасні свердловинні ежекційні системи можна систематизувати за двома визначальними ознаками:

- конструкція під'єднувальних гідравлічних ліній;
- характер гідравлічного зв'язку елементів.

Враховуючи умови експлуатації, зв'язок між елементами свердловинних струминних насосів здійснюється за допомогою гідравлічних каналів, утворених внутрішньою або зовнішньою поверхнею буринь або насосно-компресорних труб, які мають відповідно круглий або кільцевий переріз. Аналізуючи чисельні комбінації конструкцій робочої, напірної та всмоктувальної ліній можна виділити чотири групи свердловинних ежекційних систем (рис. 3). Конструкції під'єднувальних елементів для перших трьох груп визначає також характер промивання привибійної зони свердловини: зворотне, пряме та комбіноване. В четверту групу виділені конструкції свердловинних інжектційних систем, зв'язок з наземним облад-



I – зворотна, II – пряма; III – комбіноване промивання вибою; IV – система з подвійною колоною труб; Е – додаткове глибинне обладнання; 1 – напірна, 2 – всмоктувальна лінія струминного насоса



-  – канал затрубного простору;
-  – канал колони труб;
- — — гідравлічний зв'язок між напірною та всмоктувальною лініями.

Рисунок 3 – Схема з'єднань елементів та конструкцій свердловинних ежекційних систем

нанням для яких здійснюється за допомогою колони подвійних бурильних або насосно компресорних труб.

Тип додаткового глибинного обладнання визначає характер гідравлічного зв'язку між елементами струминного насоса, властивості та призначення ежекційної системи. Зокрема для ежекційних систем першої групи використання долота дає змогу здійснювати зворотне місцеве промивання привибійної зони, у тому числі і з відбором керна. Додаткове використання дроселюючого елемента дозволяє зменшувати диференціальний тиск на вибої в процесі буріння.

При використанні пакера втрачається гідравлічний зв'язок між напірною та всмоктувальною лінією струминного насоса, що уможливорює застосування даної ежекційної системи при освоєнні та експлуатації свердловини. Для очищення вибою між напірною та всмоктувальною лініями насоса розміщують пристрій для утримання предметів, які уловлюються. Застосування гідроударника дозволяє здійснювати ліквідацію прихоплень бурильної колони. В ежекційній системі другого типу на напірній лінії струминного насоса розміщують долото. Така конструкція ежекційної системи дозволяє суттєво підвищити величину витрати промивальної рідини у привибійному контурі циркуляції порівняно з продуктивністю бурового насоса. Третій тип конструкції передбачає комбіноване промивання вибою в процесі буріння. Використання пристрою в комплекті з дроселюючим пристроєм дозволяє здійснювати зниження диференціального тиску на вибої. В ежекційних системах четвертої групи відокремлення напірної та всмоктувальної ліній здійснюється використанням подвійної колони труб. Така схема застосовується для буріння неглибоких свердловин, промивання піскових пробок та нафтовилучення.

Конструкція доліт, які використовуються при бурінні нафтових і газових свердловин, передбачає переважно пряме промивання вибою, що обмежує застосування ежекційних систем першого типу. Недоліком конструкції другого типу є значна залежність витрати на вибої свердловини від ступеня його зашламування. Причому система не має схильності до самовідновлення: зростання об'єму шламу на вибої зменшує витрату промивальної рідини, в той час як відновлення нормальної циркуляції вимагає посилення її інтенсивності. В системах третього типу всмоктувальне промивання вибою дозволяє зменшити небезпеку накопичення шламу в наддолотній зоні, проте погіршується безпека посереднього очищення вибою, оскільки витрата промивальної рідини, що виходить з насадок долота, суттєво менша за продуктивність бурового насоса. Виходячи з вищезгаданого, завданням наступних досліджень є створення ежекційної системи, призначеної для буріння свердловин, конструкція якої поєднувала б позитивні якості відомих пристроїв. Отже, ежекційні системи, що реалізують пряме промивання привибійної зон доцільно використовувати в умовах «чистого вибою», в той час як переваги комбінованої промивки найбільш повно реалізуються при ліквідації шламових пробок, коли робота струминного насоса створює на вибої перепад гідродинамічних тисків, внаслідок чого виникають умови для його очистки. Поєднання в єдиній компоновці позитивних якостей використання обох конструкцій може розглядатись як шлях до оптимізації конструкцій свердловинних ежекційних систем.

Якщо конструкції нафтових струминних насосів, в основному, забезпечують необхідні вимоги, то ежекційні системи для буріння нафтових та газових свердловин, враховуючи вище

згадані недоліки, відрізняються невисокою надійністю. Отже, оптимізацію свердловинних ежекційних систем необхідно здійснювати за такими взаємно доповнюючими напрямками:

– розробка методів дистанційного контролю та регулювання режиму роботи свердловинних струминних насосів, що дають змогу виявити порушення в роботі ежекційних систем та прийняти оперативні рішення щодо їх усунення;

– розробка пристроїв, що дають змогу здійснювати автоматичний перехід від прямої промивки вибою до комбінованої залежно від гідродинамічних умов.

Література

1 Дерусов В.П. Обратная промывка при бурении геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1984. – 184 с.

2 Мавлютов М.Р., Скворцов Ю.П., Логунов В.П. и др. Эффективность регулирования дифференциального давления эжектированием // Нефтяное хозяйство. – 1998. – №5. – С. 39-40.

3 Зейналов Р.М. Экспериментальное исследование струйных гидросмесителей для приготовления тампонажных растворов // Изд. Вузов «Нефть и газ». – 1991. – №3. – С. 27-31.

4 Териков В.А., Дроздов А.Н. Промысловые исследования скважин Самотлорского месторождения, оборудованных установками пакерных гидроструйных насосов и перспективы развития гидроструйного способа эксплуатации // Нефтепромысловое дело. – 2003. – №4. – С. 20-24.

5 Хоминец З.Д. Геолого-техническое обеспечение технологических операций при испытании, ремонте и освоении нефтяных скважин // Нефтяное хозяйство. – 2001. – №11. – С. 46-55.

УДК 62.592.113

ВИРІВНЮВАННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ В РІЗНИХ ТИПАХ ФРИКЦІЙНИХ ВУЗЛІВ СТРІЧКОВО-КОЛОДКОВИХ ГАЛЬМ БУРОВИХ ЛЕБІДОК

О.І. Вольченко, Д.О. Вольченко, І.О. Бекіш, Н.М. Стебелецька

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42353

e-mail: public@nimg.edu.ua

Рассматривается выравнивание динамической нагруженности в серийных и в многопарных фрикционных узлах ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок.

The even dynamic loading in serials and multipairs frictional units of a band-block brake of chisel hoists are shown.

Вступ. З теоретичних та експериментальних досліджень стрічково-колодкових гальм відомо, що питомі навантаження та лінійне зношування їх пар тертя збільшується від збігаючої до набігаючої гілки гальмівної стрічки [1]. При цьому на збігаючій гілці стрічки фрикційні накладки зношуються на меншу величину, ніж на набігаючій. Оскільки при заміні накладок необхідно орієнтуватися на найбільш зношені, то їх доводиться замінювати, не беручи до уваги реальний запас товщини накладок на збігаючій гілці стрічки. При цьому вибраковується значна кількість фрикційного матеріалу (50% та більше).

Вирівнювання питомих навантажень у різних типах фрикційних вузлів стрічково-колодкових гальм бурових лебідок не тільки сприяє підвищенню ресурсу найслабшої його ланки – фрикційних накладок, – але й призводить до покращання експлуатаційних параметрів фрикційних вузлів гальма.

Б.А.Злобіним розроблена конструкція гальмівної стрічки зі змінним кроком встановлення по її дузі охоплення фрикційних накладок [2].

Розміщення накладок з кроком, який збільшується за заданим законом в напрямку збігаючого кінця стрічки, вирівнює питомі навантаження на робочих поверхнях фрикційних накладок. Порівняльні експлуатаційні випробування стрічково-колодкових гальм бурових лебідок нафтопромислового управління “Чапаєвськафта” свідчать, що за однакової ваги накладок, термін їх використання у фрикційних вузлах гальма збільшився на 60 %, а заміна накладок на стрічці відбувалася в 2,7 разів рідше, ніж накладок, встановлених на стрічці зі сталим кроком. Однак, у даній роботі не було обґрунтовано аналітичні закономірності компоновки фрикційних накладок на набігаючій та збігаючій гілках гальмівної стрічки.

У роботі [3] аналітичним шляхом було обґрунтовано розміщення фрикційних накладок зі змінним кроком на набігаючій та збігаючій гілках гальмівної стрічки гальма. Розглядалися серійні фрикційні накладки. Змінний крок між накладками на набігаючій гілці стрічки відповідав арифметичній прогресії, а на збігаючій гілці – геометричній. Розрахунки показали, що