



36. Наук. праць / За заг. ред. Н.Г. Ничкало. – Харків: НТУ «ХП», 2007. – с. 275 – 279.

8 Райковська Г.О. Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 – "Теорія та методика навчання (біологія)"/Національний педагогічний ун-г ім. М.П. Драгоманова. – К., 2003.– 20 с.

УДК 622.24+621.694.2

КЛАСИФІКАЦІЯ СВЕРДЛОВИННИХ ЕЖЕКЦІЙНИХ СИСТЕМ

Є.І. Крижанівський, Д.О. Паневник

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019 м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, e-mail: no@nung.edu.ua*

Потреба в забезпеченні України енергетичними ресурсами вимагає підвищення ефективності розробки покладів корисних копалин. Інтенсифікація експлуатації нафтогазових родовищ може бути досягнута використанням свердловинних струминних насосів під час реалізації процесів буріння [1], ліквідації аварій [2], освоєння [3], експлуатації [4] та ремонту [5] свердловин. Поширеність ежекційних технологій свідчить про їх універсальність та світове значення.

Наявність великої кількості не пов'язаних між собою установ-проектантів і підприємств-виробників, відсутність єдиних стандартів, які регламентують типи і параметри окремих конструкцій свердловинних струминних насосів, та існування широкого парку різноманітного ежекційного обладнання ускладнює процес його експлуатації та ремонту.

Підвищення ефективності проектування та експлуатації свердловинних ежекційних систем може бути досягнуте шляхом класифікації структурних елементів, їх узагальнення та розробки універсального ряду стандартних уніфікованих блоків струминного насоса, поєднання яких в конструкції глибинної компоновки дало б змогу отримати необхідні для виконання заданого виробничого процесу характеристики.

Незважаючи на значний об'єм проведених досліджень, існуючі системи класифікації свердловинних струминних насосів не враховують такі важливі фактори, як їх призначення, спосіб переключення потоку в привибійній зоні, спосіб буріння та промивання вибою, конструктивне виконання окремих елементів ежекційних систем. Відсутність у відомих класифікаційних схемах



вищезгаданих ознак обмежує шляхи подальшого удосконалення ежекційних систем.

Дослідження конструкції, особливостей робочого процесу та областей застосування дозволило розробити систему класифікації свердловинних ежекційних систем.

Свердловинні ежекційні системи можуть бути класифіковані за призначенням, способом переключення потоку, конструктивним виконанням, способом промивання вибою, способом буріння та ступенем зв'язку затрубного простору з привибійною зоною.

Розглянемо окремі класифікаційні ознаки. Відомо, що крім технологічних заходів зниження диференціального тиску на вибої, які полягають у зміні густини, в'язкості та вмісту твердої фази промивального розчину існують і технічні засоби, до складу яких входять свердловинні струминні насоси. Струминні насоси можуть використовуватись також для реалізації технологічних заходів зменшення гідростатичного тиску на вибій свердловини: зокрема їх застосовують для аерації промивального розчину.

Локального зниження тиску на вибої можна досягти шляхом застосування доліт з кавітаційними насадками та вакуумних капсул, але основним технічним засобом зниження диференціального тиску є струминний насос. Зниження диференціального тиску сприяє зростанню механічної швидкості поглиблення свердловини та проходженню долота. Зростання показників буріння пов'язане і з здатністю деяких конструкцій ежекційних систем інтенсифікувати промивання вибою. Зниження диференціального тиску дозволяє також зменшити небезпеку поглинання промивальної рідини при бурінні в пластах з аномально низькими тисками, а також попередити забруднення продуктивного горизонту та зберегти його проникність. В окремих конструкціях ежекційних систем створюється зворотне промивання привибійної зони, яке сприяє покращенню виходу керна. Ежекційна дія висхідних струменів запобігає накопиченню шламу та сальнікоутворенню в місцях різкої зміни діаметрів глибинного обладнання. Додаткова різниця тиску, що виникає при витіканні промивальної рідини через робочу насадку струминного насоса зумовлює підвищення гідравлічного навантаження на осьову опору турбобура та стабілізацію моменту на долоті. Коливання крутного моменту на валі турбобура пов'язане з коливанням осьового навантаження на його опори, що у свою чергу, викликає зміну питомого тиску на поверхні гумово-механічних деталей та коефіцієнта тертя. Створення додаткового зусилля на долото особливо актуальне в похило-скерованих свердловинах, де внаслідок підвищеного тертя бурильної колони зменшується осьове навантаження на породоруйнівний інструмент. Розміщення вище струминного насоса



роз'єднувача бурильної колони у вигляді її телескопічного з'єднання усуває вібрацію долота і забезпечує його постійний контакт з вибоєм. Поєднання в єдиній антивібраційній компоновці струминного насоса та телескопічного з'єднання сприяє стабілізації зенітного кута свердловини.

За способом буріння ежекційні системи є достатньо універсальним глибинним обладнанням і можуть застосовуватись при роторному бурінні та при застосуванні турбобурів і вибійних двигунів. Досить широким є спектр застосування в комплекті з глибинними струминними насосами різнотипного породоруйнівного інструменту: в компоновках з ежекційними системами застосовують шарошкові, лопатеві та алмазні долота і бурові коронки.

Конструкція породоруйнівного інструмента визначається способом промивання вибою свердловини. Сучасні ежекційні системи дозволяють реалізувати всмоктувальне, нагнітальне та нагнітально-всмоктувальне промивання вибою свердловини. Свердловинні ежекційні системи забезпечують місцеве промивання привибійної зони. Напрямки потоків у привибійній зоні та по стовбуру свердловини в загальному випадку можуть не співпадати. Спосіб промивання вибою визначається також способом буріння свердловини. В процесі порівняльного аналізу встановлено ефективність використання окремих типів пристроїв для буріння свердловин:

– пристрої всмоктувального типу забезпечують зростання механічної швидкості буріння до 50 %, а проходження долота – на 45 %;

– нагнітальні пристрої здатні збільшити механічну швидкість буріння до 18,7 %, а проходження долота – до 50,8 %;

– нагнітально-всмоктувальні пристрої дозволяють збільшити механічну швидкість буріння та проходження долота до 300 %.

Значна кількість ежекційних пристроїв дозволяє змінювати режим промивання вибою з прямого на зворотний за допомогою механізму переключення потоку. Найбільш поширеною є конструкція, що містить кульовий клапан. Кулька клапану викидається в бурильну колону за необхідності зміни режиму промивання вибою. Відомі також конструкції циркуляційних клапанів багаторазової дії, привід яких здійснюється зміною крутного моменту на долоті під час буріння, зміною продуктивності бурового насоса або короткочасним припиненням його роботи.

Конструктивне виконання пристрою визначається кількістю струминних насосів у вибійній компоновці, формою робочої насадки та схемою включення гідромашини.



Наступна класифікаційна ознака визначає характер зв'язку затрубного простору свердловини з привибійною зоною. Степінь гідравлічного зв'язку з вибоєм безпосередньо визначає величину диференціального тиску в зоні руйнування гірської породи. В окремих конструкціях ежекційних пристроїв завдяки ущільнюючим елементам здійснюється герметизація привибійної зони. Досить поширеними є, також, конструкції, які передбачають дроселювання низхідного потоку з наддолотної області у привибійну зону через вузьку кільцеву щілину, яка утворюється стінками свердловини та твердосплавними елементами, розміщеними на корпусі пристрою.

В процесі узагальнення та класифікації основних схем використання свердловинних ежекційних систем систематизовані структурні елементи конструкцій струминних насосів призначених для реалізації низки технологічних процесів спрямованих на розробку нафтогазових родовищ. В процесі співставлення прийнятих класифікаційних ознак елементів конструкцій струминних насосів встановлено взаємозв'язок між характером взаємодії структурних складових свердловинних ежекційних систем та їх здатністю здійснювати заданий виробничий процес. Характер гідравлічних зв'язків елементів ежекційної системи визначає схему використання струминного насоса в свердловині. Встановлено, що визначальною класифікаційною ознакою свердловинної ежекційної системи, яка характеризує її призначення, конструкцію, спосіб буріння та степінь гідравлічного зв'язку з привибійною зоною є спосіб промивання вибою свердловини. Зважаючи на визначальний вплив даної класифікаційної ознаки на призначення та конструктивне виконання струминних насосів сукупність схем свердловинних ежекційних систем може бути представлена у вигляді трьох груп обладнання. Відповідно до розробленої класифікаційної схеми існуючі конструкції свердловинних ежекційних систем дозволяють здійснювати всмоктувальне, напірне та напірно-всмоктувальне промивання привибійної зони в процесі буріння. Порівняльним аналізом техніко-економічних показників буріння встановлено, що найбільшу ефективність процесу забезпечує використання свердловинних ежекційних систем, які реалізують напірно-всмоктувальне промивання привибійної зони свердловини. Конструкціям свердловинних ежекційних систем, які забезпечують напірно-всмоктувальне промивання привибійної зони необхідно віддавати перевагу при плануванні бурових робіт із використанням вибійних струминних насосів.

Літературні джерела

1 Huang Y. Study on Structure parameters of reverse circulation drill bit secondary injector device based on injector coefficient / Y. Huang, L.



Zhu, D. Zou, H. Liao, I. Wang, I. Yan, Y. Zhou: IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference, Singapore, 22-24 august 2016.-Singapore, 2016.-IADC/SPE-180539-MS.-9 p.

2 Haughton D.B. Reliable and effective Downhole Cleaning system for debris and junk removal / D.B. Haughton, P. Connel: SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Adelaide, Australia, 11-13 september 2006.-Adelaide, 2006.-SPE101727.-9 p.

3 Елфимов В.С. Освоение нефтяных скважин после гидравлического разрыва пласта с применением струйного насоса/ В.С. Елфимов, А.В. Кустышев // Нефтепромысловое дело.-2007.-№3.-С.52-55.

4 Khelifa B. Subsea hydraulic jet pump optimizes well development offshore Tunisia/ B. Khelifa, K. Fraser, T. Pugh // World Oil.-2015.- no 11.-P.77-82.

5 Shaiek S. Sand management in subsea produced water separation unit-review of technologies and tests / S. Shaiek, S. Anres, T. Valdenaire: 12th Offshore Mediterranean Conference and Exhibition, Ravenna, Italy, March 25-27 2015.- Ravenna, 2015.-13 p.

УДК 621.086.065

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПІДВІСНИХ КАНАТНИХ СИСТЕМ ТА ВИБІР ЇХ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Б.В. Сологуб

*Національний університет "Львівська політехніка"
Україна, 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12.
ел. адреса: bohdan.solohub@gmail.com*

Серед відомих транспортних засобів значне місце відводиться підвісним канатним системам, особливо в регіонах з складними рельєфними умовами [1-3]. Канатні системи використовуються для транспортування людей (крісельні дороги, канатні витяги, гондольні дороги) та вантажів (лісотransпортні установки, кабельні крани, вантажні дороги тощо). При переміщенні вантажів або людей на значні відстані використовують спарені канатні системи з перевантаженням транспортних засобів з однієї установки на іншу [4].

В деяких випадках альтернативи канатному транспорту взагалі немає, тому що прокладка автомобільних доріг або неможлива взагалі, або веде за собою значні витрати і збільшує протяжність доріг в декілька разів.