

Аналіз показує, що процент поломок та різниця між кількістю поломок в НГВУ «Долинанафтогаз» та в фірмах США складає:

для тіла штанг – $36,0\% - 34,5\% = 1,5\%$, для різьби – $21,9\% - 21,7\% = 0,2\%$

для полірованого штока – $20,9\% - 11,7\% = 9,2\%$, для муфт – $13,3\% - 16,9\% = 3,6\%$ (в США гірші)
інші відмови – $7,8\% - 15,2\% = 7,4\%$ (гірші показники в США).

Аналіз показує, що процент поломок та різниця між кількістю поломок в НГВУ «Бориславнафтогаз» та в фірмах США складає:

для тіла штанг – $42,1\% - 34,5\% = 7,6\%$, для різьби – $24,42\% - 21,7\% = 2,72\%$

для полірованого штока – $10\% - 11,7\% = 1,7\%$ (в США гірші), для муфт – $13,95\% - 16,9\% = 2,95\%$
(гірші показники в США), інші відмови – $9,53\% - 15,2\% = 5,67\%$ (гірші показники в США).

Висновок

Проведений статистичний аналіз аварійності поломок насосних штанг в Україні та отримані дані з літературних джерел в США показують, що в основному кількість поломок насосних штанг співпадає по видам. Продовження терміну служби насосних штанг є однією з актуальних задач в нафтовому виробництві, тому потрібно знайти ефективний метод, де б вирішувалося завдання ремонту штанги і максимального використання ресурсу штангового прокату. Завдання наступних досліджень полягає в експериментальній перевірці ефективності нанесення захисних покриття на поверхню насосної штанги для гальмування росту тріщин різних довжин.

Література

1. Копей Б.В., Зінченко Ю.С., Копей В.Б. Аналіз поломок насосних штанг в промислових умовах. Науковий вісник Національного технічного університету нафти і газу.-№ 2(18), - 2008, - с.49-56.
2. Zhanyu Ge. Statistical analysis of sucker rod pumping failures in the Permian basin, B.S.E., M.S.E.a thesis in Petroleum Engineering, May, 1998, - 156 pp.

УДК 622.243:(658.5+622.323)

ДЕЯКІ ПИТАННЯ, ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ ВПРОВАДЖЕННЯМ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ УСКЛАДНЕНЬ ПІД ЧАС БУРІННЯ ГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ Й ГАЗ

В.М. Чарковський

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Україна на даний час намагається позбутися енергозалежності від імпортованих поставок нафти й газу у тому числі шляхом нарощування власного видобутку. При впровадженні нової техніки і технологій для буріння глибоких свердловин на нафту й газ приходиться брати до уваги деякі специфічні фактори, притаманні цьому виробництву. Серед цих факторів можна виділити такі:

- 1) сильний вплив геологічних (глибинних) умов на виконання бурових робіт, які проявляються у виникненні різного роду геологічних ускладнень та супроводжуються аваріями в бурінні, що зближує за змістом такі поняття, як «ефективність» та «результативність» застосовуваної техніки чи технології;

- 2) результатом бурових робіт є не кінцева сировинна продукція, а створення основних фондів (свердловин) для видобування нафти чи газу, а тому, здійснюючи витрати на спорудження свердловин, потрібно виходити не тільки з необхідного мінімуму для досягнення мети, але й враховувати якомога триваліший термін експлуатації цих свердловин без ремонтів та з найменшими додатковими витратами;
- 3) родовища нафти чи газу, які вводяться в експлуатацію, розбурюються протягом тривалого періоду часу, як правило – це десятки років, а тому потрібно коригувати вартість робіт в часі і враховувати моральний знос обладнання.

За даними деяких зарубіжних бурових компаній 15% усіх витрат на буріння свердловин найбільшими світовими буровими підрядниками приходяться на непродуктивні витрати часу, такі як аварії та роботи з ліквідації ускладнень, яких можна було б уникнути, якщо б застосовувати відповідні технології чи технічні засоби. Найбільш витратними ускладненнями та аваріями є ті, які призводять до втрати рухомості бурильного інструменту в процесі буріння. Для попередження такого роду ускладнень в бурінні останнім часом застосовують різноманітні системи моніторингу проводки свердловин із відповідними заходами для мінімізації ризиків. Ефективність систем моніторингу підтверджено в умовах шельфового буріння з морських бурових платформ.

Для попередження ускладнень та аварій під час буріння свердловин як на морі, так і на суші отримали розвиток також вже добре відомі заходи та технології. У першу чергу слід відзначити створення індустрії бурових розчинів, виробництво нового покоління бурових установок з верхнім приводом і надміцного бурильного інструменту, удосконалення гідравлічної програми промивання свердловин. Практичне впровадження цих заходів сприяло тому, що на сучасному етапі вдалося дещо скоротити витрати на ліквідацію геологічних ускладнень та аварій під час буріння.

Разом з тим, розвиток технологій похило-скерованого та горизонтального буріння є причиною того, що висока ймовірність геологічних ускладнень та аварій при провідках свердловин у відповідних умовах зберігається, що ставить ці питання на досить високий рівень актуальності проблеми дослідження.

У рамках виконаних досліджень з держбюджетної тематики, була запропонована і захищена патентом України принципово нова конструкція ударного пристрою – секційного бурового механічного яса, вмонтованого в КНБК під час буріння свердловини, який може бути виготовлений із труб нафтового сортаменту. Конструктивні особливості запропонованого технічного рішення є такими.

1. Обважені бурильні труби (ОБТ) замінюються секційним пристроєм ударної дії, сконструйованим таким чином, щоб його вага була рівна вазі ОБТ.
2. Пристрій ударної дії, як і ОБТ, виконується секційним, щоб можна було підібрати загальну його довжину з умови створення необхідного навантаження на долото.
3. Кожна секція пристрою забезпечується відповідними засобами та технічними рішеннями для створення ударних навантажень у випадку заклинювання чи іншої причини втрати рухомості однієї із секцій або декількох секцій відразу.

Вказані особливості дають підстави говорити про окрему технологію застосування ударних механізмів у складі КНБК під час буріння свердловин, яку було названо технологією дискретно-розподілених ударних навантажень. Однією із особливостей цієї технології є виникнення механічних коливань тих секцій запропонованого пристрою ударної дії, які знаходяться нижче місця нанесення ударних навантажень. Коливання створюють динамічну складову, яка підвищує ефективність роботи пристрою, хоча й необхідно забезпечувати відповідний запас міцності запропонованої конструкції.

Технологічні особливості вказаного вище підходу з точки зору виконання бурових робіт майже не відрізняються від застосування традиційних конструкцій КНБК за єдиним виключенням, а саме, якщо потрібно розмістити у складі КНБК опорно-центруючий елемент (ОЦЕ), то потрібно вже виключати відповідну секцію механічного бурового яса і замінювати її відрізками ОБТ з ОЦЕ. У цьому випадку ОЦЕ не буде захищено від можливої втрати рухомості. А тому для повноцінного і ефективного застосування запропонованого пристрою необхідно додатково розробити відповідну конструкцію знімних ОЦЕ, які можна було би надійно кріпити на зовнішньому корпусі відповідних секцій бурового яса з можливістю демонтажу. На даному етапі досліджень запропонований секційний буровий яс можна розглядати тільки як безопорну КНБК.

Деякими із основних питань, які можуть виникнути вже на етапі виробництва і впровадження дослідного зразка бурового механічного яса, є питання його конкурентоздатності у порівнянні з описаними вище заходами і технічними рішеннями, а також з існуючими аналогами, які

застосовуються на сьогоднішній час у складі КНБК при бурінні глибоких свердловин. При цьому потрібно враховувати особливості конструкції та експлуатації запропонованого пристрою, а саме:

- 1) пристрій сконструйовано таким чином, щоб ударні навантаження приходилися безпосередньо на місце виникнення утримуючої сили, мінімізуючи зменшення сили удару через коливальні процесів у колоні труб, які виникають при застосуванні бурового яса традиційної конструкції (іншими словами кажучи, запропонований пристрій реалізує чисто ударний режим роботи, а не імпульсно-хвильовий, який може забезпечити бажаний результат за умови точного розрахунку та дотримання рекомендацій);
- 2) у порівнянні з традиційною конструкцією бурового яса запропонований пристрій є більш стійким до дії вібрації та знакозмінних навантажень під час буріння свердловини.

Беручи до уваги, що випадки виникнення геологічних ускладнень мають стохастичний характер у часі, необхідно визначати ймовірність їх появи з метою подальшого прогнозування та розрахунку необхідних технічних засобів і матеріальних ресурсів. Для цього проаналізовано опубліковані статистичні дані щодо результативності застосування різних способів ліквідації аварій, пов'язаних із втратою рухомості колони бурильних труб, на площах ДП «Укрбургаз» за період з 1991-го по 1995-й роки. Отриману статистичну вибірку використано як контрольну, за якою побудовано різні емпіричні функції розподілу ймовірності застосування (у т.ч. й успішного) ударних механізмів для ліквідації заклинювань КНБК.

Емпіричні функції розподілу отримано для таких випадків. Перший випадок – за результатами успішного застосування ударних механізмів на виробництві, яке призвело до повної або часткової ліквідації геологічного ускладнення чи аварії. Другий випадок – за результатами фактичного застосування ударних механізмів у всіх можливих випадках, які передбачено технологією, для звільнення бурильного інструменту, що втратив рухомість у свердловині. Насамкінець, емпіричну функцію розподілу було отримано для тих ускладнень і аварій, які можна було б попередити, або прискорити їх ліквідацію, застосовуючи у складі КНБК буровий яс, а отже, і технологію дискретно-розподілених ударних навантажень та запропонований технічний засіб для її реалізації. Виявлено, що з кожним успішним результатом застосування ударного механізму емпірична функція розподілу переміщується на графіку вправо, що дає підстави пропонувати її для оцінки як конкурентоздатності, так і ефективності загалом.

Виконувались також дослідження на предмет розрахунку необхідної кількості технічних засобів для реалізації запропонованої технології дискретно-розподілених ударних навантажень. З цією метою отримані емпіричні функції розподілу апроксимовано відповідними теоретичними законами розподілу, а саме: законом розподілу Гауса, законом розподілу Пуассона, біноміальним та від'ємним біноміальним законами розподілу. Теоретичні закони використовувалися для аналізу вхідних потоків заявок на ліквідацію геологічного ускладнення чи аварії. Встановлено, що нульова статистична гіпотеза про рівність теоретичних та емпіричних законів розподілу підтверджується на рівнях значущості $\alpha = 0,1..0,01$, а тому в подальших дослідженнях було прийнято у якості базового найпростіший потік з розподілом Пуассона.

При дослідженні умов функціонування механічного бурового яса для реалізації технології дискретно-розподілених ударних навантажень враховувалися необхідні характеристики вихідного потоку «обслужених» даним пристроєм заявок, тобто було сформульовано і досліджено відповідну модель масового обслуговування з інтенсивністю «обслуговування», що визначалася середнім часом перебування бурового яса у складі КНБК під час буріння свердловини. За умови стаціонарності стану суть розрахунків зводилася до розв'язання системи алгебраїчних рівнянь Ерланга, розмірність якої залежала від певного значення n заявок та k каналів «обслуговування». Виконані для різних значень n та k розрахунки дозволили визначити оптимальну кількість запропонованих пристроїв, яка в залежності від часу їх знаходження у складі КНБК складала від 1-го до 2-х комплектів.

Щоб оцінити можливий перехідний період часу, пов'язаний із впровадженням нової техніки, і який характеризується значною нестационарністю, розв'язано відповідну систему диференціальних рівнянь Ерланга. Встановлено, що перехідний період, пов'язаний із нестационарністю, не перевищуватиме 1,5 року. Всі розрахунки виконано у математичному пакеті *Mathcad*.

Для застосування отриманих результатів досліджень на майбутні періоди часу у якості прогнозних необхідно приділяти значну увагу умовам порівнянності, що характерно для будь-яких статистичних математичних моделей.