

В статті проведений критичний огляд досліджень, які спрямовані на розв'язання проблеми проектування неорієнтованих компоновок низу бурильної колони для буріння похило-скерованих свердловин. На основі огляду зроблено узагальнені висновки про недосконалість розроблених методик проектування та наведено можливі шляхи вирішення проблеми

Ключові слова: неорієнтована компоновка низу бурильної колони, профіль стовбура свердловини

В статье проведен критический обзор исследований, которые направлены на решение проблемы проектирования неориентированных компоновок низа бурильной колонны для бурения наклонно-направленных скважин. На основе обзора сделано общее заключение о несовершенстве разработанных методик проектирования и приведены возможные пути решения проблемы

Ключевые слова: неориентированная компоновка низа бурильной колонны, профиль ствола скважины

ПРОБЛЕМИ ПРОЕКТУВАННЯ НЕОРІЄНТОВАНИХ КОМПОНОВОК НИЗУ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

А. Р. Юрич

Кандидат технічних наук
Кафедра буріння нафтових і газових свердловин
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу
вул. Карпатська 15, м. Івано-Франківськ,
Україна, 76018
E-mail: a.r.yurich@gmail.com

1. Вступ

На даний час більшість родовищ України перебувають в довготривалій експлуатації і знаходяться на завершальній стадії розробки, яка характеризується високим ступенем обводненості та вироблення запасів. Першочергова реалізація активних запасів призвела до збільшення частки важковидобувних покладів, і ця тенденція зростає. Згідно із технологічною документацією на розробку родовищ України коефіцієнт флюїдовилучення становить 0,35. Одним із шляхів його підвищення є спорудження похило-скерованих (ПСС) і горизонтальних (ГС) свердловин, а також зарізання бокових стовбурів у законсервованих та малодобітних свердловинах [1 – 3]. При цьому протяжні тангенціальні, або близькі до них ділянки доцільно бурити з використанням неорієнтованих КНБК.

2. Постановка проблеми

Одним із основних завдань, яке ставиться під час спрямованого буріння є дотримання параметрів проектного профілю.

Актуальність проблеми керування рухом долота в процесі поглиблення свердловини обумовлена тим, що у випадку відхилення профілю від проектного, часто виникають ускладнення та аварії, ліквідація яких призводить до непрогнозованих затрат часу та матеріальних ресурсів. Як відомо, ефективність роботи неорієнтованих компоновок низу бурильної колони (КНБК) в значній мірі залежить від її параметрів (жорсткості елементів компоновки, кількості опорно-центруючих елементів, їх діаметрів та місця встановлення тощо). Незважаючи на велику кіль-

кість методів і підходів до проектування неорієнтованих компоновок ефективність їх використання є доволі низькою.

Вдосконалення методик проектування неорієнтованих компоновок є важливою науково-практичною задачею, оскільки їх застосування значно дешевше у порівнянні з орієнтованими. Для її ефективного вирішення перш за все слід оцінити сучасний стан проблеми, шляхом аналізу отриманих результатів проведених аналітичних та експериментальних досліджень в даному напрямі, що і є основною метою цієї статті.

3. Літературний огляд

Дослідження роботи компоновок низу бурильної колони проводяться за допомогою трьох основних способів: практичного, теоретичного та експериментального.

Практичний спосіб полягає у отриманні емпіричних залежностей, які визначають траєкторію стовбура свердловини від конструкторних особливостей КНБК, на основі узагальнення промислових даних.

Теоретичні дослідження передбачають вивчення моделі компоновки в стовбурі свердловини з використанням відповідних математичних моделей.

Експериментальний спосіб базується на вивченні експериментальної моделі КНБК шляхом проведення лабораторних чи промислових випробувань з використанням відповідних технічних засобів, способів і технологій.

З перелічених вище способів досліджень найширшого використання набув другий спосіб, що зводиться до моделювання роботи компоновок в стовбурі

свердловини з використанням різних математичних моделей їх розрахунку [4 – 7].

Оскільки всі вони вимагають проведення об'ємних математичних перетворень, їх реалізація в ручному режимі була неможливою і потребувала застосування ЕОМ. Це обумовило прийняття низки спрощень із указанням їх несуттєвого впливу на результати, обчислень.

З розвитком комп'ютерних технологій та розробленням різного роду програмних продуктів в розпорядженні дослідників з'явився потужний інструмент, що дозволяє враховувати вплив раніше не врахованих чинників, і отримувати результати з досить високою точністю. Перші кроки у цьому напрямі були зроблені авторами [8 – 10], які досліджували роботу багатоопорних КНБК у похило-скерованому стовбурі свердловини з використанням пакета прикладних програм MathCad. На основі проведених досліджень були отримані графічні залежності зміни відхиляючої сили на долоті та зміни кута повороту долота від місця встановлення опорно-центруючих елементів (ОЦЕ); залежності діаметрів ОЦЕ від відхиляючої сили та геометричних розмірів ділянок КНБК для компоновок що найширше застосовуються. Подальші дослідження у цьому напрямі відображені у роботах [10, 11].

Зокрема у роботі [10] акцентується увага на необхідності прийняття показників, за якими можна було б із значної кількості розрахункових варіантів розмірів компоновки вибрати для проектування саме той, що забезпечить максимальну стабільність КНБК під дією основних дестабілізуючих чинників і надійність виконання параметрів проектної траєкторії буріння (стабілізацію чи зміну зенітного кута з певною інтенсивністю). Як показник стабільності до дестабілізуючого чинника запропоновано прийняти мінімум зміни відхиляючої сили (ΔQ) на одиницю дестабілізуючого чинника для вибраного ряду варіантів розрахункових розмірів. Була запропонована система показників стабільності (СПС), до якої увійшли:

- показник стабільності ($P_{СТ}$);
- показник надійності ($P_{НАД}$);
- показник жорсткості ($P_{ЖСТ}$).

Перелічені показники відображають стабільність конструкції КНБК при зміні радіальних зазорів між її елементами та стінками свердловини ($P_{СТ}$), при зміні величини зенітного кута нахилу осі свердловини ($P_{НАД}$) та інтенсивності викривлення ділянки стовбура, що розглядається ($P_{ЖСТ}$).

Більш широке дослідження щодо проектування неорієнтованих КНБК проведені в роботі [11], де автор обґрунтовує детерміновану модель (ДМ) розрахунку за допомогою показників стабільності роботи компоновки. Чинниками (Φ_i) у даному випадку є ті параметри розрахункової схеми, які в реальній свердловині можуть набувати інших значень: зенітний кут, діаметр свердловини, діаметри центраторів (зношування, піддатливість стінок свердловини) і їх розташування. Кількісною мірою показника стабільності $P(\Phi_i)$, як і в роботі [10] є відношення $\Delta Q/\Delta \Phi_i$. Наприклад, якщо величина $P(D_{св})$ дуже мала, реальне значення $D_{св}$ знати не потрібно, тож за даним параметром застосування ДМ обґрунтоване. Якщо величини $P(\Phi_i)$ значущі, вибирається компоновка з кращим показником, і на

контроль за чинником Φ_i звертається особлива увага. Вибір тих або інших $P(\Phi_i)$, залежить від типу КНБК. Наприклад, не потрібно вивчати стабільність до зміни кривизни свердловини, якщо компоновка працює в прямому стовбурі свердловини. Автор підкреслює, що компоновка, яка має малі числові значення показників стабільності, і в реальній свердловині показуватиме стабільніші результати. За результатами досліджень запропоновано підхід до проектування компоновок, що заснований на застосуванні системи їх розрахункових характеристик (СРХ). Згідно з цим підходом технологічна служба бурової організації визначає пріоритетні розрахункові характеристики для вирішення конкретного завдання.

Далі на підставі розрахунків із урахуванням технічних можливостей вибираються КНБК, що володіє кращими характеристиками. Запропонована система СРХ є ширшим поняттям, ніж СПС, оскільки остання формується на основі вхідних параметрів моделі і є складовою частиною СРХ, в яку можуть входити додаткові характеристики – вихідні, розрахункові величини: реакції на долоті і центраторах, прогин компоновки та кути повороту її перерізів, можливе переміщення долота та ін. Вибір компоновки проводиться на стадії проектування за результатами порівняння кількісних показників розрахункових характеристик. Потрібна перевірка всіх характеристик КНБК, що приймаються як пріоритетні, тобто не можна брати яку-небудь одну характеристику і опиратись тільки на її високу оцінку рекомендувати компоновку до випробування (як зазвичай, практикують). Так, не можна рекомендувати компоновку, що забезпечує в розрахунковому режимі ідеальну стабілізацію зенітного кута за будь-якого його значення, якщо її робота різко зміниться при щонайменшому зношуванні центратора або збільшенні діаметра свердловини.

В своїх дослідженнях автор дещо розширює систему СПС і включає до неї такі показники стабільності компоновок до зміни: зенітного кута, $P(\alpha)$; діаметра свердловини, $P(D_{св})$; розташування в радіальному напрямі осі компоновки у місці розміщення центраторів, $P(D_c)$; розташування центраторів, а також положення рівнодійної реакції на першому центраторі, $P(L)$; кривизни свердловини, $P(k)$.

Описаний вище підхід до проектування неорієнтованих компоновок ліг в основу робіт [13, 14]. Автор [13] розв'язує задачу вибору КНБК для проведення субгоризонтальної стабілізаційної ділянки профілю свердловини в умовах дії низки дестабілізуючих чинників. Зокрема досліджено вплив на відхиляюче зусилля на долоті можливого спрацювання ОЦЕ, розширення стовбура свердловини та накопичення шламу на нижній стінці. На основі проведених аналітичних досліджень встановлені основні конструктивні параметри КНБК, що забезпечують високу надійність їх роботи на проектній траєкторії. Основною відмінністю досліджень [13] від попередніх є розгляд комплексної дії двох дестабілізуючих чинників на стабільність КНБК: зношення ОЦЕ по діаметру та накопичення шламу на нижній стінці горизонтального стовбура свердловини.

За результатами досліджень розроблено та науково обґрунтовано метод оптимізації КНБК з різною жорсткістю секцій, що дозволяє визначити лінійні

розміри багатосекційної КНБК, при яких для заданих значень зенітного кута, кривизни стовбура свердловини і осевого навантаження на долото відхиляюча сила і кут перекосу долота в свердловині дорівнюють нулю. В дослідженнях [14] акцентується також увага на проблемі вибору розмірів ОЦЕ з метою забезпечення їх однакової навантаженості. Це дасть змогу забезпечити рівномірне спрацювання ОЦЕ чи розфрезерування стінки їх робочими елементами. Як показують аналітичні дослідження [15], за цих умов зміна відхиляючої сили на долоті матиме менші значення, ніж при нерівномірному навантаженні центраторів. Цю задачу розв'язано шляхом вирівнювання сил, що діють на центратори, зміною довжини та ширини їх планок. Водночас вказується на необхідність контролю дестабілізуючих параметрів та розрахункових характеристик КНБК в процесі буріння свердловини. Це дасть змогу оперативного реагувати у випадку їх суттєвої зміни і коригувати параметри компоновки з метою забезпечення проектної траєкторії свердловини.

4. Висновки

1. Розроблені на даний час математичні моделі дослідження напружено-деформованого стану КНБК у

стовбурі свердловини не враховують в повному обсязі умов її роботи. При проектуванні КНБК розглядають як балку, розташовану в прямолинійному чи криволінійному стовбурі з накладеними певними граничними умовами, які відображають взаємодію елементів компоновки і гірського масиву в статичних умовах.

2. Практично відсутні дослідження, орієнтовані, перш за все, на практичне застосування теоретичних основ, які б постійно ув'язувалися з промисловими результатами їх впровадження.

3. Забезпечення високої точності проведення свердловин за допомогою неорієнтованих КНБК можливе лише у випадку використання, на етапі проектування та безпосередньо в процесі буріння, інформації про фактичні умови роботи і взаємодії компоновки на вибої свердловини, що можливо реалізувати лише з використанням спеціальних вимірвальних пристроїв, в конструкції компоновки.

4. Отже першочерговим завданням при вирішенні важкої науково-технологічної задачі є удосконалення математичних моделей проектування, шляхом врахування в них максимальної кількості різного роду чинників, що впливають на напружено деформований стан КНБК у стовбурі свердловини та розроблення конструкцій спеціальних пристроїв, які б давали змогу оцінити фактичні умови роботи компоновки на вибої.

Література

- Алдамжаров, Н. Н. Разветвленно-горизонтальные скважины – один из методов увеличения нефтеотдачи пластов [Текст] / Н. Н. Алдамжаров // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2003. – №11. – С.13-16.
- Козлов, А. Бурение горизонтальных дренажных стволов для повышения эффективности эксплуатации месторождений нефти и газа. [Электронный ресурс] / А. Козлов, Ю. Лопатин, А. Мессер, А. Поваляхин. – Режим доступа: \www/ URL: http://www.oilcapital.ru/technologies/2002/01/141816_50464.shtml.
- Довжок, Е. М. Використання горизонтальних свердловин для розробки родовищ з важковидобувними запасами вуглеводнів [Текст]: зб. наук. пр. / Е. М. Довжок, М. Г. Рубаха, І. І. Музичко, В. Г. Вітрик // Науково-практичні конференції «Стан і перспективи розробки родовищ нафти і газу України – 2003», м. Івано-Франківськ, 18-21 листопада 2003 р. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2003. – 303 с.
- Боднарук, Т. М. Временная инструкция по проектированию профилей и выбору рациональных компоновок нижней части буровой колонны для условно вертикальных скважин [Текст] / Т. М. Боднарук, В. О. Белоруссов, В. А. Степанюк и др. – Киев: РТП ПО «Укрнефть», 1980. – 176 с.
- Инструкция по бурению наклонно-направленных скважин: РД 39 – 2 – 810 – 83 [Текст]. – М.: Миннефтепром, 1983. – 149 с.
- Гулизаде, М. П. Методика расчета интенсивности искривления ствола наклонной скважины [Текст] / М. П. Гулизаде, Л. Я. Кауфман, Л. Я. Сушон. – Тюмень: Тюменское кн. издательство, 1987. – 150 с.
- Григулецкий, В. Г. Проектирование компоновок нижней части буровой колонны [Текст] / В. Г. Григулецкий, В. Т. Лукьянов. – М.: Недра, 1990. – 304 с.
- Чудик, І. І. Вдосконалення методики проектування неорієнтованих компоновок низу бурової колони [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук за спец. 05.15.10 «Буріння свердловин» / І. І. Чудик; Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2005. – 20 с.
- Янтурин, Р. А. Совершенствование методов расчетов параметров компоновок низа буровой колонны и их элементов для безориентированного бурения [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ст. канд. техн. наук за спец. 05.02.13. «Машины, агрегаты и процессы» [Текст] / Р. А. Янтурин; Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2005. – 20 с.
- Воевідко, І. В. Розробка теоретичних основ і технічних засобів для підвищення точності проведення спрямованих свердловин [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук за спец. 05.15.10 «Буріння свердловин» [Текст] / І. В. Воевідко; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2007. – 30 с.
- Поваляхин, А. С. Управление проводкой наклонных и горизонтальных скважин в сложных горно-геологических условиях бурения [Текст]: автореф. дис. на соиск. уч. ст. докт. техн. наук по спец. 25.00.14. «Технология и техника геологоразведочных работ» [Текст] / А. С. Поваляхин; Российский государственный геологоразведочный университет. – Москва, 2006. – 42 с.

12. Гречин, Е. Г. Разработка и исследование методов проектирования и работы неориентируемых компоновок низа бурильной колонны [Текст]: автореф. дис. на соиск. д-ра наук по спец. 25.00.15. "Технология бурения и освоения скважин" [Текст] / Е. Г. Гречин; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2009. – 47 с.
13. Шатровский, А. Г. Разработка многосекционных компоновок низа бурильной колонны для проводки наклонных интервалов скважины [Текст]: автореф. дис. на стиск. уч. ст. канд. тех. наук по спец. 25.00.15 "Технология бурения и освоения скважин" [Текст] / А. Г. Шатровский; Ухтинский государственный технический университет. – Ухта, 2010. – 25 с.
14. Юрич, А. Р. Удосконалення методів проектування та технології використання неорієнтованих компоновок низу бурильної колони [Текст]: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук за спец. 05.15.06 «Розробка нафтових та газових родовищ» [Текст] / А. Р. Юрич; Івано-Франківський нац. техн. ун-т. нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2011. – 20 с.
15. Івасів, В. М. До вибору конструктивних параметрів неорієнтованих компоновок низу бурильної колони [Текст]: матеріали науково-технічної конференції «Підвищення ефективності буріння свердловин та інтенсифікації нафтогазовидобутку на родовищах України», Івано-Франківськ, 16-18 листопада 2010 р. / В. М. Івасів, А. Р. Юрич, А. П. Вовк, А. А. Козлов. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 225 с.

У статті висвітлено особливості впливу балістичного коефіцієнту металнього елемента на характеристики кінетичної зброї несмертельної дії та бойової зброї з обмеженою дальністю забійної дії. Розроблено метод формування вимог до балістичного коефіцієнту металнього елемента кінетичної зброї

Ключові слова: балістичний коефіцієнт, металній елемент, кінетична зброя, вимоги

В статтє показань особенности влияния баллистического коэффициента метательного элемента на характеристики кинетического оружия не смертельного действия и боевого оружия с ограниченной дальностью убийного действия. Разработан метод формирования требований к баллистическому коэффициенту метательного элемента кинетического оружия

Ключевые слова: баллистический коэффициент, метательный элемент, кинетическое оружие, требования

УДК 623.44

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО БАЛІСТИЧНОГО КОЕФІЦІЄНТУ МЕТАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ КІНЕТИЧНОЇ ЗБРОЇ

О. І. Біленко

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра озброєння та спеціальної техніки
Академія внутрішніх військ МВС України
пл. Повстання, 3, м. Харків, Україна, 61001
E-mail: albilenko@yandex.ru

1. Вступ

На озброєнні сил охорони правопорядку (СОПр) України перебувають зразки кінетичної зброї, які призначені для ураження цілі (бойова зброя (БЗ)) або для придушення цілі (кінетична зброя несмертельної дії (КЗНД)).

Для ураження цілі металній елемент (МЕ) під час зустрічі з ціллю повинен мати достатню кінетичну та питому енергію, що забезпечать потрібну пробивну та забійну дії. Для придушення цілі МЕ під час зустрічі з ціллю повинен задовольняти двом умовам – достатня і не надмірна кінетична енергія та питома енергія у межах 0,5 Дж/мм² [1, 2]. В окремих випадках є потреба у бойовій зброї з обмеженою відстанню забійної дії (БЗОВ) [3], яка має риси як БЗ, так і КЗНД.

Отже, під час проектування БЗ, КЗНД та БЗОВ вирішуються різні завдання. У першому випадку необхідно забезпечити значення енергетичних характеристик МЕ, що будуть не нижче заданих, у другому – забезпечити енергетичні характеристики МЕ у заданих межах, а у третьому – розв'язати одночасно два перших завдання для різних ділянок траєкторії МЕ.

2. Постановка проблеми

Для металнього елемента заданих калібру, маси і конструкції кінетична та питома енергія є функцією його швидкості. Отже, завдання забезпечення енергетичних характеристик МЕ у заданих межах зводиться до завдання забезпечення у певних межах