

**СЕКЦІЯ «ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ, ПЕРЕРОБКИ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ
КОРИСНИХ КОПАЛИН»**

УДК 622.245

П'ятківський С.А. аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Фем'як Я.М., докт. техн. наук, проф., зав. кафедри буріння
свердловин

*(Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна)*

**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ МАЛОГО ДІАМЕТРУ У
СВЕРДЛОВИНІ ІЗ СКЛАДНОЮ ПРОСТОРОВОЮ АРХІТЕКТУРОЮ**

Останніми роками йде активний пошук ефективних методів збільшення показника нафтовіддачі пласта на завершальному етапі розробки родовища. Серед методів його підвищення – відновлення свердловин, шляхом буріння бокових стовбурів із горизонтальним закінчуванням [1]. Даний метод є значним резервом нарощування власного видобутку енергоносіїв.

На прикладі свердловини №47 Стинавського родовища, яка відновлена шляхом буріння бокового горизонтального стовбура, розглянуто вплив широкого спектру навантажень, яких зазнає бурильна колона (БК) під час експлуатації в похило-скерованій ділянці, з врахуванням її геометричних характеристик обмежених відносно діаметра бокового стовбура.

Боковий стовбур (БС) свердловини характеризувався складною просторовою архітектурою. Зміна показника інтенсивності набору зенітного кута носила нелінійний характер. Інтенсивність набору коливались у широких діапазонах, від середніх значень $1,3^0$, $1,07^0$, $1,41^0$ на 10 м проходки, в окремих інтервалах, та досягала пікових величин $6,1^0$, $4,89^0$, $7,04^0$ та $5,0^0$ на 10 м, проти середнього проектного показника – $1,5^0$ на 10 м. Така варіація інтенсивністю набору зенітного кута свідчила про значні труднощі забезпечення реалізації проектного профілю.

Вихід на проектну траєкторію, залишався однією з найбільш нагальних завдань, для вирішення якого приймали техніко-технологічні рішення, серед яких – зміна компоновок низу бурильної колони (КНБК), збільшення кута перекосу на двигуні. Досягнути необхідної інтенсивності просторового викривлення можливо було б за рахунок зміни параметрів режиму буріння, зокрема, навантаження на долото. Проте, складна архітектура стовбура свердловини не сприяла оптимальній роботі БК та елементів КНБК, раціональному розподіленню затраченої енергії.

Однією з умов успішного проведення споруджування БС, уникнення потенційних ускладнень та аварій є дотримання параметрів проектного профілю. Проблема керування рухом долота в процесі поглиблення ділянки набору/спаду просторового кута та горизонтальної частини стовбура свердловини залишаються актуальною та не вирішеною до кінця. Ефективність роботи орієнтованих КНБК в значній мірі залежить від їх параметрів – довжини та діаметру окремо взятих елементів, їх ваги та жорсткісних характеристик, місця встановлення тощо. Незважаючи на велику кількість методів і підходів до проектування орієнтованих компоновок ефективність їх використання на даний час не задовольняє виконання поставлених завдань в повній мірі. Необхідність використання бурильних труб малих діаметрів (60,3 мм, 73,0 мм, 88,9 мм) накладають додаткові вимоги до процесу вибору КНБК та рекомендованих режимно-технологічних параметрів, особливо при проектуванні суміщеного способу буріння (ГВД + ротор). Вдосконалення методів проектування КНБК є важливою науково-практичною задачею.

БК є складною механічною системою із послідовним з'єднанням великої кількості однотипних елементів. Основна її відмінність від інших конструкцій полягає в тому, що при значній величині відношення довжини до діаметра колони внаслідок втрати стійкості вона обертається в свердловині, втративши прямолінійну форму рівноваги [2]. Під час поглиблення свердловини, БК зазнає різного роду навантажень, що виникають у результаті одночасної дії осьових напружень розтягу і стиску, кручення та згину, що можуть призвести до передчасного руйнування її елементів. В основу методології проектування і вибору конструкції БК запропонованої Булатовим А.І., Султановим Б.З., Сарояном А.Е. та іншими науковцями, закладено дотримання вибраними конструкціями умов статичної міцності і витривалості. В реальності, для попередження передчасних руйнувань, пов'язаних із появою руйнівних навантажень, необхідно, щоб їх зміна знаходилася у допустимих межах, а вибір компоновки та режимних параметрів базувалися на динамічних розрахунках.

Саме з цією метою, було проведено моделювання процесу буріння свердловини з використанням, програмного комплексу Landmark компанії «Halliburton». Розрахунки проводились при незмінних величинах швидкості обертання долота, продуктивності бурових насосів та параметрах бурової промивальної рідини, з врахуванням просторового викривлення стовбура свердловини. Як змінною величиною оперували осьовим навантаженням на долото, як одним із чинників, що впливає на набір кривизни при фіксованих інших параметрах буріння та геометричних характеристик БК. Детермінований підхід до розв'язання задачі визначення динамічних навантажень в елементах БК та їх надійності носить наближений характер та потребує вибору крайніх умов.

Розрахунки проведено в діапазоні двох крайніх умов осьового навантаження на долото (G_d). Умова $G_{d1} = 2$ т – мінімальне значення, яке бурильник може зафіксувати на ГІВ-6. Умова $G_{d(1+n)} = 8$ т – максимальне осьове навантаження, при перевищенні якого нульовий переріз піднімається вище яса, що призвело б до його самовільного заряджання та послідуочого спрацювання.

Алгоритм розрахунку ґрунтується на принципі оптимальності, що можна сформулювати наступним чином. Якщо керування оптимальне, то яким би не був початковий стан системи та керування системою в початковий момент часу, наступне керування оптимальне відносно стану, в якому система опиниться в результаті початкового керування.

Розрахунками встановлено, що при осьових навантаженнях на долото від 2 до 5 т виконуються всі умови міцності БК, проте фактичні результати поглиблення, засвідчують неможливість досягнути необхідну інтенсивність набору кривизни. При збільшенні осьового навантаження до 6, 7 та 8 т – не виконуються умови міцності на кручення та стиск. Відповідно розрахунковою компоновкою досягнути необхідної кривизни за рахунок збільшення навантаження на долото не можливо. Збільшення осьового навантаження на долото до 6 т та більше потенційно призвело б до аварії – полонки бурильної колони.

Моделювання роботи бурильної колони з використанням програмного комплексу Landmark, дозволило прорахувати працездатність БК до настання граничного стану, визначити пікові критерії за межами яких потенційно виникнуть аварійні ситуації.

Результати апробацій враховано під час проектування відновлення свердловини №35 Стинавського родовища, шляхом забурювання та буріння бокового стовбура.

Список використаних джерел:

1. Давиденко О.Ю., Давиденко І.О., Рудик О.І. Перспективи збільшення рівнів видобутку вуглеводнів шляхом буріння бокових стволів. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. Вип. 43. С. 38–45.
2. Чудик І.І., Токарук В.В., Щуцький В.І. Удосконалений підхід до проектування і вибору конструкції бурильної колони з врахуванням енергоефективності. // Молодий вчений.– 2017. – № 3(43). – С. 764–768.