



УДК 622.243.24

АСПЕКТИ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ БУРИЛЬНИХ ТРУБ

Я. Я. Вирста,

викладач, Полтавський коледж нафти і газу

Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка

Обґрунтовано доцільність застосування алюмінієвих бурильних труб у нафтогазовій галузі, що сприяє підвищенню надійності бурильної колони та зменшенню відмов при бурінні свердловин. Узагальнено конструктивні виконання легкосплавних бурильних труб.

Ключові слова: бурильна колона, легкосплавні бурильні труби, горизонтальна свердловина, горизонтальна свердловина великої довжини, надійність.

ASPECTS OF ALUMINIUM FEASIBILITY DRILL PIPE

Y.Vyrsta,

lecturer, Poltava oil and Gas College,

Poltava National Technical Yuri Kondrayuk University

Expediency of application of aluminium boring pipes is reasonable in oil and gas industry that assists the increase of reliability of boring column and reduction of refuses at well-drilling. Structural implementations of легкосплавних of boring pipes are generalized.

Keywords: boring column, aluminum boring pipes, horizontal mining hole, horizontal mining hole of large length, reliability.

Вступ. Паливно-енергетичний комплекс – одна з вирішальних складових економіки України, яка обумовлює національну безпеку держави. Через обмеженість ресурсів нафти та газу доводиться освоювати родовища на більших глибинах, застосовувати горизонтальне та похилоспрямоване буріння. Сучасні технології буріння свердловин розраховані на підвищення потужності обладнання чи застосування альтернативних матеріалів. Ресурси підвищення потужності приводів є обмеженими та економічно недоцільними. Тому економічно раціональним є застосування легкосплавних матеріалів. Складність у даному випадку полягає в обґрунтованому виборі матеріалу. Серед можливих варіантів є алюмінієві сплави, відомі з минулого століття. Упродовж останніх років зарубіжний досвід застосування високоміцних алюмінієвих деформованих сплавів для виготовлення бурильних труб засвідчив їх значні переваги над сталевими, серед яких головними є менша питома вага та вища питома міцність. Даний фактор є особливо важливим за сучас-

них умов, коли зростає потреба у розробці нових родовищ на великих глибинах та в складних геологічних умовах.

Сьогодні застосування алюмінієвих сплавів є обмеженим у нафтогазовій галузі України. Незважаючи на суттєві переваги ЛБТ: зміцнення зовнішньої поверхні бурильних труб, висока чистота поверхні, точність виготовлення за геометричними параметрами, включаючи прямолінійність, овальність, різностінність, що забезпечує високошвидкісний, невібраційний режим буріння, безперешкодне переміщення керноприймача внутрішнім каналом бурильних труб, різьбове з'єднання труб підвищеної міцності та герметичності – бурові підприємства України застосовують здебільшого сталеві труби.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Обсяги буріння горизонтальних свердловин великої довжини з кожним роком збільшуються як у вітчизняній, так і зарубіжній практиці буріння. Так у 2015 році ВАТ «НК «Роснефть» у складі Консорціуму проекту

«Сахалін-1» успішно завершили буріння найдовшої у світі горизонтальної свердловини (ГСБП) 0-14 [1], пробуреної в напрямку крайній південно-східній частині родовища «Чайво» з бурової платформи «Орлан». Свердловина має довжину по стовбуру 13500 м, і горизонтальну ділянку стовбура – 12033 м.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних технологій, а також технічних засобів, що застосовуються для проведення ГСВД, дозволяє зробити висновок про те, що раціональне компонування бурильної колони (БК) й експлуатаційні характеристики бурильних труб є визначальними факторами, які впливають на ефективність буріння таких свердловин. Легкосплавні бурильні труби (ЛБТ) застосовуються при бурінні нафтових і газових свердловин глибиною від 4000 до 7000 м, у тому числі й горизонтальних свердловин великої довжини. Буріння з їх застосуванням здійснювалось на 70-80 % від об'єму проходки нафтових і газових свердловин. ЛБТ до 1990 року застосовувалися в багатьох країнах світу, зокрема при бурінні Кольської надглибокої свердловини СГ-3 за допомогою установки Уралмаш-15000. ЛБТ мають ряд переваг над СБТ, серед яких:

- підвищена точність виготовлення труб;
- збільшена глибина свердловини;
- зменшена кількість відмов колон при бурінні та СПО;
- відсутнє руйнування труб від корозійної втоми;
- полегшена проводка похилих свердловин;
- зменшена енергоємність процесу буріння;
- скорочення транспортних витрат при перевезенні;
- зменшена вартість бурових робіт.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Бурильні труби в процесі роботи витримують значні навантаження, але основною проблемою в процесі буріння є недостатня надійність бурильних труб та з'єднувальних вузлів, яка призводить до збільшення тривалості виробничого процесу і, як наслідок, спричиняє значні витрати часу на заміну труб, які вийшли з ладу в результаті відмов. У зв'язку з цим виникає необхідність щодо збільшення надійності колони труб та підвищення продуктивності праці при бурінні свердловин.

Отже, проблема підвищення надійності бурильних колон є актуальною в сучасному виробництві.

Мета роботи: обґрунтування доцільності застосування алюмінієвих бурильних труб у

нафтогазовій галузі, що сприяє підвищенню надійності бурильної колони та зменшенню відмов при бурінні свердловин, узагальнення переваг застосування бурильних труб з алюмінієвих сплавів із зовнішніми гвинтовими спіральними ребрами та алюмінієвих бурильних труб у складі комбінованих колон при бурінні горизонтальних свердловин великої протяжності.

Основний матеріал і результати. Основними обмеженнями під час буріння нижніх інтервалів горизонтальних свердловин є проблеми очищення стовбура від шламу, а також труднощі при доведенні осевого навантаження й обертового моменту до долота в процесі подолання сил опору, які, у свою чергу, протидіють переміщенню та обертанню бурильної колони (БК).

Найбільш небезпечним наслідком дії стискаючих навантажень є локальна втрата БК поздовжньої стійкості, яка відбувається спочатку у формі плоскої синусоїди, що переходить у міру збільшення навантаження до вигляду просторової спіралі («баклінг»). При бурінні з обертанням БК «баклінг» проявляється також у формах коливної плоскої синусоїдальної або просторової спіральної змійки, що планетарно обкочується навколо осі свердловини при дії поєднання навантажень: поздовжніх стискаючих і відцентрових поперечних [2].

Перевищення стискаючих зусиль за критичні навантаження «баклінгу» супроводжується значним зростанням притискаючих зусиль в контакт «БК – стінки свердловини», що може призвести до «зависання» та заклинювання колони.

При бурінні горизонтальних свердловин (ГС) для боротьби з «баклінгом» стиснутої частини БК, згідно з рекомендаціями [3], використовуються наступні методи:

- застосування більш жорстких компоновок БК, що включають товстостінні труби, зі збільшеним зовнішнім діаметром, спіральними ребрами зовнішньої поверхні, а також оснащені протекторами в центрі труби;
- зниження ваги БК на горизонтальній ділянці;
- зниження опорів при переміщенні БК шляхом покращення очищення ГС та включенням до компонування спеціальних пристроїв типу «гідроклин»;
- обмеження режимів буріння в режимі «слайдингу», тобто без обертання БК.

Усі вищезазначені рекомендації спрямовані, з одного боку, на підвищення поздовжньої жорсткості БК, а з іншого – на зниження

опорів при переміщенні БК у ГС. Однак наведені рекомендації містять взаємно суперечливі вимоги: збільшення жорсткості сталевих бурильних труб завжди пов'язане зі збільшенням їхньої ваги, і як наслідок – із зростанням опору переміщення та обертання БК. Крім того, застосування високих частот обертання БК викликає підвищений знос замків і тіла труб на горизонтальній ділянці стовбура, а також знижує довговічність бурильних труб.

Враховуючи специфічні фізико-механічні властивості алюмінієвих сплавів, при бурінні

ГС доцільно проводити заміну сталевих бурильних труб на легкосплавні, зокрема, бурильні труби з алюмінієвих сплавів із зовнішніми гвинтовими спіральними ребрами (рис. 1). До таких властивостей належать: невелика питома вага, висока плавучість у буровому розчині, питома міцність, більш висока, порівняно з СБТ, гнучкість, яка полегшує розміщення труб у сильно викривлених ділянках стовбура.

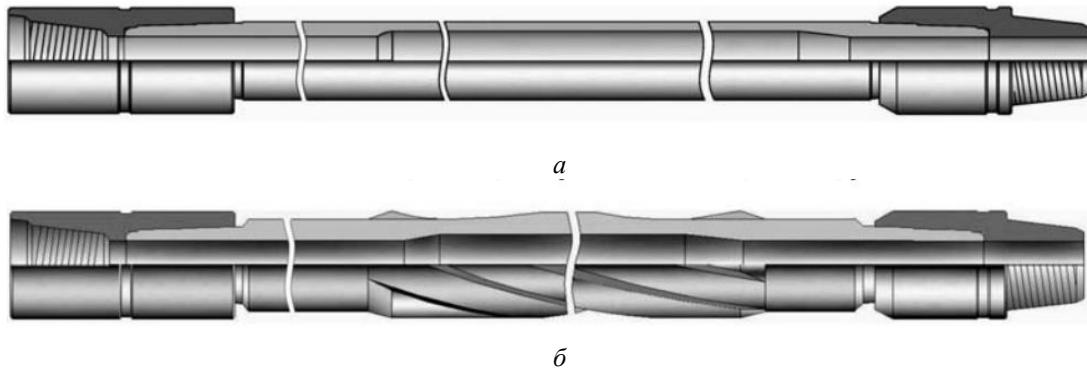


Рис. 1. Легкосплавні бурильні труби:

а – ЛБТ – базове виконання; б – ЛБТ – виконання із зовнішніми гвинтовими спіральними ребрами

У вітчизняній та зарубіжній практиці буріння з кожним роком збільшуються обсяги буріння горизонтальних свердловин. Але основними обмеженнями при бурінні таких свердловин є:

- складності при доведенні осьового навантаження й обертаючого моменту до породоруйнівного інструменту в процесі подолання сил опору переміщенню та обертанню бурильної колони;
- втрата поздовжньої стійкості БК;
- проблеми очищення горизонтального стовбура від вибуреної породи (шламу);
- прогресуючий знос замків і тіла бурильних труб (БТ);
- проблеми підведення гідравлічної енергії до вибійного двигуна;
- забезпечення необхідних параметрів промивки свердловини (витрати і тиску).

Аналіз зарубіжних технологій, а також технічних засобів, що застосовуються для проведення горизонтальних свердловин великої довжини (ГСВД), дозволяє зробити висновок про те, що раціональне компонування бурильної колони (БК) і експлуатаційні характеристики бурильних труб є визначальними факторами, що впливають на ефективність буріння таких свердловин. Застосування комбінованих

БК із включенням легкосплавних бурильних труб (ЛБТ) дозволяє при бурінні ГСВД не тільки істотно знизити навантаження на підйомну частину бурової установки, але й збільшити довжину горизонтального стовбура (ГС) таких свердловин [4].

У процесі буріння ГСВД практично вся БК знаходиться під дією стискаючих зусиль, тоді як при проведенні вертикальних і похилих свердловин з невеликими зенітними кутами основна частина БК є розтягнутою. Найбільш небезпечним наслідком дії стискаючих навантажень є локальна втрата БК поздовжньої стійкості. Поздовжню стійкість труби помітно збільшує наявність протекторного потовщення на алюмінієвих бурильних трубах (рис. 2), так само як і зниження відстані між замками і протектором.

Розрахунки показують, що ребра зовнішньої поверхні алюмінієвої труби сприяють збільшенню її поздовжньої стійкості, за рахунок підвищення жорсткості, а скорочення довжини підсилює цей ефект. Однак основний ефект від включення ЛБТ до складу комбінованої компоновки БК при бурінні ГСВП полягає в зниженні опору при переміщенні і обертанні БК в ГС, що досить переконливо проілюстровано наведеним нижче прикладом. На підставі про-

ведених розрахунків [5], наприклад, ЛБТ 147x13, у яких модуль Юнга і вага одного погонного метра в розчині нижчі, ніж у працюючих в тих же умовах СБТ близьких типорозмірів, ЛБТ можуть втратити поздовжню стійкість при менших значеннях критичних стис-

каючих навантажень. Застосування протектора підвищує на 50% їх опір поздовжньому згину, а спіральні ребра ще більше збільшують ефект, дозволяючи довести поздовжню стійкість цих труб до рівня, що перевершує СБТ 127x9,19.



Рис. 2 ЛБТ – виконання з протекторним потовщенням

Фізичне пояснення отриманим співвідношенням полягає в тому, що у ЛБТ, більш легких, ніж СБТ близьких типорозмірів, зі збільшенням глибини свердловини повільніше зростають втрати на опір переміщенню, що дозволяє зберегти ресурс стискаючого зусилля для підтримки необхідного навантаження на долото. Отже, застосування алюмінієвих БТ стає особливо актуальним при бурінні ГСВД.

Висновки

У статті обгрунтовано доцільність застосування алюмінієвих бурильних труб у нафтогазовій галузі, що сприяє підвищенню надійності бурильної колони та зменшенню відмов при бурінні свердловин. Узагальнено конструктивні виконання легкосплавних бурильних труб. Запропоновано практичні рекомендації для збільшення ресурсу бурильних труб у процесі експлуатації. Розглядаються переваги застосування бурильних труб з алюмінієвих сплавів із зовнішніми гвинтовими спіральними ребрами та алюмінієвих бурильних труб у складі комбінованих колон при бурінні горизонтальних свердловин великої довжини.

Література

1. Басович В.С. Перспективы применения легкосплавных бурильных труб с наружным спиральным оребрением для бурения горизонтальных скважин и боковых стволов / В.С. Басович, И.Н. Буяновский, И.В. Петункин. // «Бурение и нефть» – 2015. – № 6 – С. 42-47.
2. Басович В.С. Перспективы применения легкосплавных бурильных труб с наружным спиральным оребрением для бурения горизонтальных скважин и боковых стволов / В.С. Басович, И.Н. Буяновский, В.В.Сапунжи // «Бурение и нефть» – 2014. – № 5 – С. 42-46.
3. Wu J. and Juvkam-Wold H.C. Coiled Tubing Implication in Drilling and Completing Horizontal Wells // SPE Drilling & Completion. 1995, March. P. 16 – 21.
4. Файн Г.М. Нефтяные трубы из легких сплавов / Г.М.Файн, В.Ф. Штамбург, С.М.Данелянц. – Недра, 1990. – 222 с.
5. Басович В.С. и др. Проектирование бурильных колонн с применением алюминиевых труб для бурения ГС с большим удалением от вертикали / В.С. Басович // Технология ТЭК – 2002. – №7.

Обоснована целесообразность применения алюминиевых бурильных труб в нефтегазовой отрасли что способствует повышению надежности бурильной колонны и уменьшению отказов при бурении скважин. Обобщены конструктивные выполнения легкосплавных бурильных труб.

Ключевые слова: бурильная колонна, легкосплавные бурильные трубы, горизонтальная скважина, горизонтальная скважина большой длины, надежность.

Відомості про автора:

Вирста Ярослав Ярославович, викладач спеціальних дисциплін, Полтавський коледж нафти і газу Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, Україна, 36023, м. Полтава, вул. М. Грушевського, 2а.

E-mail: slava88888vi@yandex.ua

orcid.org/0000-0002-0787-6414.