

УДК 622.24.058:621.7

МОДЕЛЮВАННЯ СИЛ ТЕРТЯ АЛЮМІНІЄВИХ БУРИЛЬНИХ ТРУБ ОБ СТІНКИ СВЕРДЛОВИНИ

Я.С. Гриджук, О.В. Розаль

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,
Івано-Франківськ, Карпатська, 15, тел. (0342) 727159, jaroslav.gridzhuk@gmail.com.*

Освоєння нових родовищ, збільшення глибин буріння свердловин висувають певні вимоги до матеріалів, що застосовуються для виготовлення деталей і вузлів бурового обладнання взагалі і для алюмінієвих бурильних труб (АБТ) зокрема. Висока питома міцність алюмінієвих сплавів дозволяє зменшити масу АБТ, полегшити їх транспортування і забезпечити проходження глибоких свердловин.

АБТ повинні відповідати певним експлуатаційним показникам, зокрема: високою зносостійкістю, корозійною стійкістю, втомною та статичною міцністю тощо, що забезпечується низкою методів.

1 Конструкторські. Реалізуються на етапі проектування виробу – АБТ. До них відноситься використання потовщених АБТ, встановлення захисних протекторів у місцях найбільш імовірної взаємодії зовнішньої поверхні АБТ із обсадною колоною або з гірською породою.

2 Технологічні, які реалізуються на стадії виготовлення АБТ. До них зокрема відносяться:

- виготовлення тіла АБТ методом пресування;
- нарізання конічних різьб на кінцях АБТ;
- складання АБТ: скручування різьб труби з різьбами муфти і ніпеля;
- нанесення на робочу поверхню АБТ захисного оксидного покриття, наприклад, методом мікродугового оксидування.

3 Експлуатаційні. Використовуються безпосередньо під час експлуатації АБТ. До них зокрема відносять раціональний вибір напруженого стану труб при компоновці колони бурильних труб; ретельне виконання регламенту проведення бурових робіт; вибір відповідного складу бурового розчину і підтримання його водневого показника рН; міжопераційне зберігання АБТ (промивання, хімічне оксидування).

Для вибору та розроблення ефективних методів захисту АБТ від зношування необхідно визначити зусилля притискання в зоні контакту алюмінієвої труби з гірською породою стінки свердловини або із сталевією обсадною труби. Притискання бурильної колони до стінок свердловини під час роторного буріння може відбуватися одночасно під дією відцентрових і осьових сил. Для зручності проведення моделювання в середовищі MapleSim бурильна колона по всій її довжині розбивалася на секції, в кожній секції по три труби. Кожна сталева бурильна (СБТ), алюмінієва (АБТ), чи обважнена (ОБТ) бурильна труба подається у вигляді зосередженої маси, причому для розрахунків вказують масу труби зануреної в буровий розчин. Різьбові з'єднання (РЗ) бурильних труб моделюються механічними системами, для яких

вказуються жорсткість k_3 і коефіцієнт демпфування α_3 . Верхня частина бурильної колони через вертлюг підвішується до бурової вежі (БВ) за допомогою талевої системи (ТС), для якої вказують масу її рухомих частин m_0 , жорсткість k_0 та коефіцієнт демпфування α_0 . Взаємодія опорно-центруючого елемента (ОЦЕ) із обсадною колоною (ОК) зображається у вигляді елемента тертя (ЕТ), що є функцією відносної швидкості двох поверхонь і апроксимує тертя руху. Реакція вибою зображається у вигляді осьової динамічної сили \vec{F}_D для трьох складових навантаження на долото (Д): зубкової \vec{F}_3 , частота зміни якої відповідає частоті проникнення зубців шарошок долота в породу (зубкова частота), ґрунтової $\vec{F}_Г$, частота зміни якої відповідає частоті коливання долота при перекочуванні по нерівному вибою (ґрунтова частота) та насосної \vec{F}_H , яка змінюється у відповідності із пульсацією бурового розчину при прокачуванні його насосами по стволі БК (частота роботи насосів). Закон зміни осьової сили приймається періодичним. Після цього на побудованій моделі БК вказуються перерізи, в яких необхідно визначити кінематичні та силові фактори.

На підставі результатів комп'ютерного моделювання для реальної компоновки бурильної колони, в склад якої крім СБТ входили і АБТ встановлено кінематичні передавальні функції, що дозволили отримати часові залежності зусиль притискання в зоні контакту та сил тертя ділянки АБТ об стінки свердловини. Встановлено, що в окремих випадках сили тертя АБТ об стінки свердловини є меншими за сили тертя СБТ. Отримані результати досліджень дозволять оптимізувати методи захисту від зношування як алюмінієвих, так і сталевих бурильних труб.