

Воловик В.А.,
аспірант, нафтогазова інженерія та технології, НГа-25-10
Науковий керівник: Хоменко Володимир Львович,
кандидат технічних наук, доцент
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ГУСТИНИ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН В ПРОЦЕСІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Процес буріння глибоких нафтових і газових свердловин є складним, високотехнологічним та капіталомістким процесом, успіх якого значною мірою залежить від якості управління циркуляційною системою. Ключову роль у цій системі відіграють промивальні рідини (бурові розчини). Вони виконують низку життєво важливих функцій: очищення вибою від вибуреної породи, охолодження та змащування долота, утримання шламу у зваженому стані під час зупинок циркуляції, а також, що найважливіше, створення гідростатичного тиску на стінки та вибій свердловини для компенсації пластового тиску.

Ефективне виконання цих функцій можливе лише за умови суворого дотримання проектних параметрів промивальної рідини. До основних властивостей, що підлягають безперервному контролю, відносять реологічні (в'язкість, динамічне напруження зсуву), фільтраційні, хімічні (рН, мінералізація) та фізичні (густина, температура) показники. Серед усього комплексу цих властивостей, густина (щільність) промивальної рідини виступає як один з найбільш критичних параметрів, що безпосередньо впливає на безпеку та ефективність процесу буріння.

Густина бурового розчину є визначальним фактором у формуванні гідростатичного тиску в стовбурі свердловини. Цей тиск має бути точно збалансованим. З одного боку, він повинен надійно перевищувати пластовий тиск для запобігання неконтрольованим викидам флюїду – газонафтоводопроявам (ГНВП), які можуть призвести до катастрофічних аварій. З іншого боку, надмірне перевищення гідростатичного тиску над пластовим є вкрай небажаним. Воно призводить до поглинання промивальної рідини продуктивними пластами, гідравлічного розриву пласта (ГРП), зниження механічної швидкості буріння через диференціальний тиск, а також підвищує ризик прихоплення бурильної колони. Таким чином, підтримка густини у вузькому, чітко розрахованому діапазоні («вікно буріння») є фундаментальною задачею оперативного управління.

Традиційні методи контролю густини, такі як використання важільних ваг (наприклад, ареометр ВРП-1), незважаючи на свою простоту та надійність, мають суттєві недоліки [2, с. 12]. Вони базуються на ручному відборі проб, є дискретними (непостійними) та мають значну часову затримку між відбором проби та отриманням результату. В умовах сучасного високошвидкісного буріння, особливо в складних гірничо-геологічних умовах (наприклад, зони з аномально високим пластовим тиском або вузькі «вікна буріння»), така інерційність є неприпустимою. Затримка в реакції на зміну густини може призвести до пропуску початку ускладнення.

У зв'язку з цим, гостро постає питання розробки та впровадження автоматизованих систем експрес-аналізу густини безпосередньо в потоці циркулюючої промивальної рідини. Сучасні підходи до вирішення цієї задачі базуються на різних фізичних принципах. Широкого розповсюдження набувають методи, що використовують гідростатичний принцип (вимірювання диференціального тиску на вертикальній ділянці труби), проте вони чутливі до вібрацій та швидкості потоку. Більш прогресивними є вібраційні (резонансні) методи, де густина визначається за зміною власної частоти коливань чутливого елемента [1, с. 47]. Також застосовуються коріолісові масові витратоміри та радіоізотопні густиноміри.

Незважаючи на різноманітність існуючих технічних рішень, проблема точного та надійного вимірювання густини в реальних умовах бурової залишається актуальною. Агресивність середовища (висока абразивність шламу, хімічна активність компонентів, значні коливання температури) та складні умови експлуатації (сильні вібрації, обмежений простір) висувають жорсткі вимоги до надійності, зносостійкості та точності вимірювальних приладів.

Таким чином, подальші дослідження в галузі приладобудування, спрямовані на створення стійких до завад та надійних датчиків густини, а також розробка алгоритмів обробки сигналів для компенсації впливу температури, в'язкості та вмісту твердої фази, є ключовим напрямком для підвищення безпеки та економічної ефективності процесу буріння. Оперативний контроль густини є невід'ємною складовою сучасних систем автоматизованого управління бурінням (АСУБ) та систем моніторингу в реальному часі (Real-Time Monitoring).

Список використаної літератури:

1. Петренко В. І., Заміховський Л. М. Методи та засоби контролю параметрів бурових розчинів // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2020. № 3(76). С. 45–52.
2. ДСТУ EN ISO 10414-1:2014. Промисловість нафтова і газова. Випробування бурових розчинів на промислових об'єктах. Частина 1. Розчини на водній основі (EN ISO 10414-1:2008, IDT). [Чинний від 2015-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2014. 28 с.