

*Р.О. ШЕВЧЕНКО*, аспірант, УкрНДІгаз,

*М.Д. САХНЕНКО*, докт. техн. наук, НТУ “ХПІ”,

## **ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ВИНИКНЕННЯ УСКЛАДНЕНЬ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ ТА ГАЗ**

Рассмотрено влияние электрохимических процессов на возможность сальникообразования при бурении нефтегазовых скважин. Показана принципиальная возможность тестирования буровых растворов на прихватоопасность. Разработана методика устранения сальников на поверхности буровых труб.

We analyzed electrochemical processes' influence on oil seal formation when drilling oil wells and demonstrated the possibility in principle to test the stickiness of drilling fluids. The method of seals removal from the surface of well tubes is developed.

Буріння свердловин на нафту та газ – складний інженерно-технологічний процес, що доволі часто супроводжується багатьма ускладненнями та аваріями. Дніпровсько-Донецька западина, на території якої зосереджена більшість нафтогазових родовищ нашої країни, характеризується складними гірничо-геологічними умовами для буріння, а саме: наявністю несумісних розбурюваних горизонтів, великими глибинами буріння, покладами молодих неметаморфізованих глин, так званих gumbo shale.

Одним з найрозповсюджених ускладнень під час буріння є утворення шару глинистої породи на зовнішній поверхні металу бурильних труб, яке носить назву «сальникоутворення». Якщо цей небажаний процес своєчасно не ліквідувати, то утворення сальнику спричиняє зменшення діаметру поперечного перерізу свердловини і передусє виникненню прихоплення бурильного інструменту до стінок свердловини. Тому можна з впевненістю стверджувати, що однією з причин виникнення прихоплення є утворення сальнику на поверхні бурильних труб [1]. Слід зазначити, що прихоплення бурильного інструменту є одним з найбільш розповсюджених та складних типів аварій при бурінні нафтогазових свердловин. На їх долю припадає до 60-80 % аварійного часу [2]. Особливо актуальною є боротьба з прихопленнями під час буріння похило спрямованих та горизонтальних свердловин, так як в цьому випадку інструмент притискається до стінок свердловин не тільки за рахунок нормальної складової ваги, а і за рахунок згинаючих зусиль.

В умовах сучасного буріння спостерігається тенденція до використання малоглинистих та безглинистих бурових розчинів, що спрощує технологічний процес буріння, але при цьому обробка бурового розчину потребує використання дорогих хімічних реагентів, які мають доволі нетривалий час дії. Крім того, при розбурюванні покладів неметаморфізованих глин спостерігається перехід глинистої породи в середовище бурового розчину за рахунок її гідратації. Тому можна стверджувати, що при бурінні нафтогазових свердловин, майже завжди, до складу бурового розчину буде входити активна глиниста фаза, не залежно від початкового типу бурового розчину.

Більшість глинистих частинок, наприклад монтморилоніту, у звичайному стані заряджені негативно. Внаслідок цього глиниста частинка оточена шаром катіонів. Негативно заряджена поверхня частинки і оточуючі її катіони утворюють подвійний електричний шар (ПЕШ). Розподіл іонів у розчині біля частинки відбувається під впливом протилежно спрямованих чинників: електростатичних сил (що концентрують коіони навколо твердої частинки) та молекулярного теплового руху (який намагається розподілити іони рівномірно по розчину). У результаті встановлюється рівновага: концентрація іонів з зарядом, протилежним заряду частинки, зменшується по мірі їх віддалення від поверхні частинки [3]. Таким чином утворюється міцела, що для частинки такої глини як монтморилоніт, матиме формулу:  $m\{Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2\}p\{[Al,Fe]_2[Si_4O_{10}][OH]_2\}\cdot nH_2O$ .

З іншого боку, під час обертання бурильних труб в середовищі бурового розчину, як вельми специфічного електроліту, на металевій поверхні бурильних труб також утворюється подвійний електричний шар. В залежності від природи складових електрохімічної системи «бурильна труба – буровий розчин» величина та навіть знак заряду на такій поверхні можуть варіюватись, тому за певних обставин створюються умови, за яких частинки глини, що є досить активними адсорбентами з розвиненою поверхнею і об'ємним електричним зарядом, набувають здатності до адгезійної взаємодії з металевою поверхнею, що є нічим іншим, як кулонівською взаємодією протилежно заряджених поверхонь (рис. 1). Наведені обставини і зумовлюють утворення сальнику на поверхні бурильних труб за наявності в середовищі бурового розчину підвищеної концентрації твердої фази.

Наявність ПЕШ на поверхні металу та процеси, що відбуваються при фільтрації рідини у проникних пластах (зокрема виникнення потенціалу течії) призводять до того, що буровий розчин знаходиться в середовищі елект-

ричного поля. Наявність такого поля може бути причиною електрофоретичного руху частинок глини та вибуреної породи, яку містить буровий розчин. Використання явища електрофорезу успішно використовувалось у системах очищення бурового розчину від надлишкової глинистої фази, розробленої у СередАзНДІгазів [4]. Цілком імовірно, що процеси, які примусово відбуваються на металевій поверхні електродів, мають місце і у свердловині. Тому можна стверджувати, що процес “сальнікоутворення” може відбуватися і за рахунок електрофоретичного руху частинок та вибуреної породи до металевій поверхні бурильних труб.

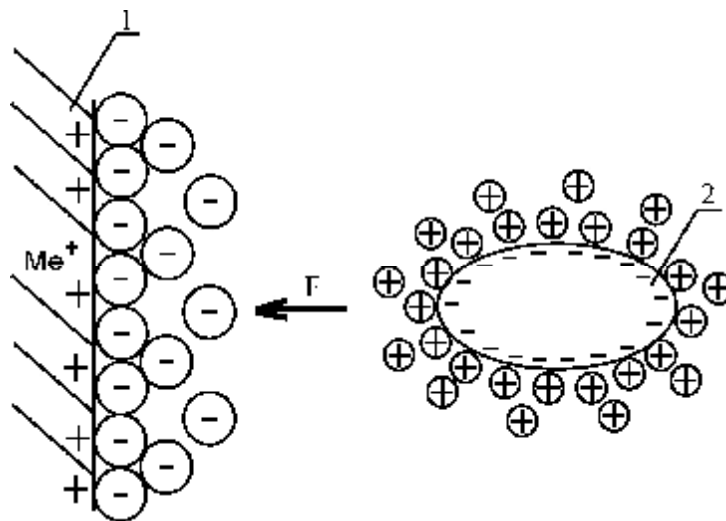


Рис. 1. Схема взаємодії глинистих частинок з металевою поверхнею бурильних труб: 1 – метал бурильних труб; 2 – міцела монтморилоніту;  $F$  – сила кулонівської взаємодії.

Механізм руху частинки глини, оточеної подвійним електричним шаром у середовищі бурового розчину, виглядає наступним чином: при накладенні електричного поля розподіл іонів у дифузійному шарі порушується, та виникає зсув рухливих іонів за межами границі ковзання між твердим тілом та рідиною, тоді як сама частинка отримує імпульс у протилежному напрямку [5].

Треба зауважити, що для перебігу електрофорезу суттєве значення має розмір частинок дисперсного середовища, тому зі зменшенням розмірів електрофоретична швидкість також зменшується.

Для аналізу вищезгаданих процесів нами було використано дослідну установку, що моделює поведінку поверхні бурильних труб, як в стаціонарних умовах, так і при наявності зовнішньої поляризації, запропоновану в [6].

Середовищем був буровий розчин з певним вмістом монтморилонітової глини та додаванням спеціальних хімреагентів. Вміст активної складової

глини в розчині розраховували за допомогою титрометричного методу “blue test”, вона варіювалась від 1 до 15 %. Зміною параметрів електролізу та вмісту компонентів бурового розчину досліджували швидкість росту глинистого шару на металевій поверхні, а також зворотній процес – руйнування глинистої кірки під дією електричного струму.

Отримані результати дали змогу встановити деякі закономірності росту глинистої кірки на поверхні металевого електроду у залежності від концентрації активної глинистої фази. Встановлено, що при концентрації активної глини менше 5 % процеси електрофоретичного росту кірки малоймовірні. Такий висновок співпадає з загальноприйнятою практикою буріння, за якою для буріння свердловин на нафту та газ без ускладнень рівень активної глини не повинен перевищувати показника у 5 %.

Встановлено, що для перебігу електрофорезу з помітною швидкістю необхідна мінімальна критична напруга, в залежності від типу обробки бурового розчину вона може варіюватись від 300 до 1200 мВ.

Таким чином, одержані результати дозволили визначити перспективні напрямки модифікації бурових розчинів, застосування якої дозволить зменшити “сальнікоутворення”, та склали підґрунтя методики руйнування таких утворень і очищення поверхні бурильних труб.

**Список літератури:** 1. Мислюк М. А. Буріння свердловин / М. А. Мислюк., І. Й. Рибчин, Р. С. Яремійчук. – К.: 2004. – 376 с. 2. Коломоец А.В. Предупреждение и ликвидация прихватов в разведочном бурении / А.В. Коломоец. - М.: Недра, 1985. – 220 с. 3. Гольдберг В.М. Проницаемость и фильтрация в глинах / В. Гольдберг, Н. Скворцов. – М.: Недра, 1986. – 160 с. 4. А.с. 604964 СССР, МКИ<sup>3</sup> В 21 J 12/00. Устройство для очистки бурового раствора / У.Д. Мамаджанов, В.М. Бахир (СССР). – № 3228473/52–80 ; заявл. 12.11.1983 ; опубл. 30.12.1984, Бюл. № 3. 5. Григоров О.Н. Электрокинетические явления / О.Н. Григоров. – Л.: ЛГУ, 1973. – 199 с. 6. Серяков А.С. Электрическая природа осложнений в скважинах и борьба с ними / А.С. Серяков, Л.К. Мухин. – М.: Недра, 1980. – 134 с.

*Надійшла до редколегії 11.11.09*