

УДК 622.243.6

**Динько О. М., магістр спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Пащенко О.А., к.т.н., доцент кафедри нафтогазової інженерії
та буріння**

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ БУРОВОГО РОЗЧИНУ З КОЛЬМАТАНТОМ НА ОСНОВІ ГОРІХОВОЇ ШКАРАЛУПИ

У процесі буріння свердловин можливі різні аварії та ускладнення, на ліквідацію яких витрачається до 30% календарного часу. Одним з найбільш поширених ускладнень є поглинання бурового розчину, коли рідина частково або повністю йде в гірську породу, особливо в пористих пластах з підвищеною проникністю. Основний спосіб боротьби з поглинаннями — правильно підібрана рецептура бурового розчину з урахуванням геологічного розрізу [1, 2]. Для виконання функцій бурового розчину до його складу додають різні компоненти, і чим дорожчі добавки, тим вищі витрати на буріння та ризик нерентабельності. Кольматант є ключовим компонентом для боротьби з поглинаннями, оскільки закупорює поровий простір гірських порід біля стінок свердловини. У цій роботі досліджено вплив подрібненої горіхової шкаралупи як кольматанта на бурові розчини на водній основі для визначення можливості її використання в бурінні з метою зниження витрат [3, 4].

Бурові розчини складаються з поєднань рідини, газу та твердих речовин і поділяються за дисперсним середовищем на три категорії: на водній основі, на вуглеводневій основі та газоподібні агенти. Розчини на водній основі є найпоширенішими, з дисперсним середовищем у вигляді води (прісної або солоної), і мають переваги в низькій вартості та універсальності. Розчини на вуглеводневій основі застосовують для буріння в чутливих до води глинах, забезпечуючи стабільність стовбура свердловини, але вони дорожчі. Газоподібні агенти використовують для свердловин з низьким тиском або в зонах поглинання, з глибиною до 3 км через габаритне обладнання [5, 6].

Функції бурових розчинів включають контроль вибірного тиску, видалення зруйнованої породи, забезпечення стійкості стінок свердловини. Гідростатичний тиск розчину протидіє пластовому тиску, зменшуючи ризик потрапляння флюїдів. Винесення породи залежить від щільності, в'язкості, швидкості потоку та інших факторів. Погано підібрана рецептура може призвести до осипів, обвалів, прихватів. Допоміжні функції: змащення долота, передача енергії, забезпечення середовища для каротажу, зниження корозії та впливу на колекторські властивості пласта [7, 8].

При бурінні виділяють статичну фільтрацію (за відсутності циркуляції, коли кірка росте без обмежень) та динамічну (під час циркуляції, з ерозією кірки потоком; становить 80% втрат). Фільтрація нижче долота обмежена внутрішньою глинистою кіркою. Обсяг фільтрату пропорційний кореню з часу, з урахуванням миттєвої фільтрації. Біля стінок утворюються три зони: зовнішня кірка, внутрішня (перехідна) та зона проникнення дрібних частинок. Наслідки втрат: диференціальний прихват (через перепад тиску в проникних пластах), нестійкість стінок (каверни в сланцях), забруднення продуктивного пласта (зниження проникності, дебіту) [9, 10].

Реагенти для розчинів включають регулятори рН, інгібітори корозії, піногасники, понижувачі фільтрації, емульгатори, інгібітори глин, бактерициди, змащувальні речовини, ПАР, знижувачі в'язкості, обтяжувачі, загущувачі. Зростають вимоги до екологічності, тому застосовують органічні добавки: деревину алепської сосни (заміна ПАЦ, КМЦ; покращує реологію, знижує фільтрацію до 10 \$/м³), подрібнену траву (зниження фільтрату на 19–25%), шкаралупу фісташок (зниження на 44% при LTLP, 39%

при НРНТ), насіння фінікової пальми та висівки подорожника (зниження на 90% при АРІ), рисове лушпиння (на 61%), шкірку дуриана (на 57%; модель Бінгама).

У дослідженні вимірювали реологічні (ДНС, ПВ, СНР) та фільтраційні параметри для визначення застосування подрібненої деревини як реагенту. Фільтрація — обсяг рідкої фази за 7,5/30 хв під перепадом тиску (допустимо 10–20 мл/30 хв). Використовували фільтр-прес АРІ (100 psi, 30 хв). Реологічні параметри — віскозиметром OFITE-900 (модель Бінгама-Шведова). Обладнання: циліндричний стакан, мішалка (до 50 000 мПа·с), віскозиметр (0,01–1700 сек⁻¹), ріжучий млин, сита (90–400 мкм), рН-метр, фільтр-прес, ваги. Методика біополімерного розчину: 350 мл води + 0,175 г NaOH, додати ксантанову камедь (перемішувати 15 хв при 1200 об/хв), 5,25 г КМК (15 хв при 1400 об/хв), подрібнена деревина (10 хв при 1500 об/хв), піногасник (5 хв). Для бентонітового: 350 мл води + 0,175 г NaOH, 21 г бентоніту (20 хв при 1400 об/хв), сіль (20 хв при 1600 об/хв), подрібнена горіхова шкаралупа (10 хв при 1700 об/хв), піногасник (5 хв). Фільтрацію вимірювали за АРІ. У результаті підтверджено ключову роль бурових розчинів у бурінні. Розробка кольматанта на основі горіхової шкаралупи знижує фільтраційні втрати, покращує герметизацію. Експерименти показали зменшення проникності, стійкість за високих Т/Р. Горіхова шкаралупа як натуральний матеріал має потенціал для підвищення ефективності буріння. Перспективи: вивчення в різних геологічних умовах.

Список використаних джерел:

1. Мислюк, М.А., Рибчич, І.Й. & Яремійчук, Р.С. (2002–2004). *Буріння свердловин: у 5 т.* (Т. 1–5). Київ: Інтерпрес ЛТД.
2. Voyta, M., Pashchenko, O. & Shypunov, S. (2024). Exploring the latest advancements in cleaning technologies for drilling mud. *Collection of scientific papers АОГОΣ*, С. 167–173.
3. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M. та ін. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water-bearing formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 125(1), С. 1–10.
4. Khomenko, V.L., Ratov, B.T., Pashchenko, O.A. та ін. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254, С. 012052.
5. Kozhevnykov, A., Khomenko, V., Liu, B.C. та ін. (2020). The history of gas hydrates studies: from laboratory curiosity to a new fuel alternative. *Key Engineering Materials*, 844, С. 49–64.
6. Khomenko, V., Pashchenko, O., Kirin, R. та ін. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1348, С. 012008.
7. Kamyshatskiy, O., Koroviaka, Y., Rastsvietaiev, V. та ін. (2022). On the issue concerning improvement of a mud preparation technology at the expense of hydrodynamic cavitation. *Solid State Phenomena*, 41(3), С. 1–10.
8. Ihnatov, A., Koroviaka, Y., Rastsvietaiev, V. & Tokar, L. (2021). Development of the rational bottomhole assemblies of the directed well drilling. *E3S Web of Conferences*, 230, С. 01016.
9. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V. та ін. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1348, С. 012004.
10. Ihnatov, A., Haddad, J.S., Koroviaka, Y. та ін. (2023). Study of rational regime and technological parameters of the hydromechanical drilling method. *Archives of Mining Sciences*, С. 285–299.