

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Тези

**77-ї наукової конференції професорів,
викладачів, наукових працівників,
аспірантів та студентів університету**

ТОМ 2

16 травня – 22 травня 2025 р.

Полтава 2025

ВПЛИВ ГРАНИЧНИХ ШАРІВ ПОВЕРХОНЬ ТЕРТЯ НА ЗМАЩУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БУРОВОГО РОЗЧИНУ

Ефективність бурових робіт значною мірою залежить від ступеня взаємодії гірських порід та бурильного інструменту з буровими промивними рідинами. Причому, ця взаємодія має переважно фізико-хімічний характер.

Щоб зрозуміти, як формування граничних шарів впливає на змащувальні властивості бурового розчину, необхідно розібратися в тому, що таке граничний шар і яка його структура [1-2].

А. С. Ахматов розглядає формування граничних змащувальних шарів як одне з явищ кристалізації [1]. На його думку, граничні шари є моно- або полікристалічними структурами, що виникають завдяки зародковій функції первинного шару. На сьогодні немає єдиної думки щодо товщини граничного шару. Деякі дослідники вважають, що вона близька до радіуса дії моношарового молекулярного шару [1]. Ймовірно, товщина таких граничних шарів варіюється для різних речовин і залежить від їх фізико-хімічного стану. Формування порівняно товстих поверхневих шарів можна пояснити, якщо припустити, що вплив поверхні передається через прилеглі до неї молекули. 2–3 ряди молекул орієнтуються безпосередньо сусідньою фазою, що індукує орієнтацію інших молекул поверхневого шару. Б. В. Дерягін і Є. Ф. Пічугін вважають, що змащувальні плівки утворюють граничні фази з чіткими поверхнями розділу.

Змащувальні матеріали в дуже тонких шарах, під двостороннім впливом поверхонь тертя металів, демонструють виняткові антифрикційні властивості [2].

Відповідно до адсорбційної моделі, чим вища адсорбція змащувального середовища на металі, тим кращі її протизносні властивості в граничному режимі тертя [2]. Проте адсорбційні моделі зносу підходять лише для відносно м'яких режимів тертя в змащувальному середовищі, яке не містить хімічно активних реагентів.

Сили Ван-дер-Ваальса визначають характер взаємодії поверхонь тертя з хімічно інертними компонентами змащувального середовища, тобто адсорбційний ефект. Вони визначають структуру і властивості граничних змащувальних плівок на поверхнях тертя [2].

Фізичні властивості граничних шарів або плівок суттєво відрізняються від властивостей об'ємних зразків з того ж матеріалу [3].

Механічні властивості граничних шарів тісно пов'язані з адсорбованими молекулами. Якщо вони практично відсутні, то специфічна поверхнева в'язкість не має місця або поширюється на шари товщиною лише кілька молекул [46]. Б. В. Дерягін і Є. Ф. Пічугін припускають, що підвищення в'язкості в граничних шарах порівняно з об'ємом має місце в тих випадках, коли молекули орієнтовані перпендикулярно до поверхні, а зниження в'язкості — коли вони орієнтовані паралельно до поверхні [1-3].

Одним з прикладів реального використання орієнтованих граничних шарів органічних рідин є процеси змащування, які будуть розглянуті детальніше. Дослідження в цій галузі показали, що силове поле твердого тіла не екранується першим шаром молекул рідини. Однак орієнтація молекул полярної рідини в першому прикордонному до твердої поверхні шарі відіграє роль «затравки», що організовує орієнтацію наступних шарів [3]. Механізмом, який реалізує цей ефект, може бути взаємодія молекулярних диполів з утворенням нейтральних в цілому «ланцюгів», перпендикулярних до поверхні контакту. Подібні міркування стали основою емпіричної поляризаційної теорії де Бура і Цвіккера. Тому в граничних шарах структура рідин змінюється порівняно з об'ємною, і тим сильніше ця зміна, чим вища її полярність і розмір молекул, що розчиняються в ній речовини. Водночас граничні шари переходять, по мірі віддалення від твердої підкладки, в об'ємну рідину, що робить актуальним завдання адекватного опису і цього явища.

Таким чином, виходячи з молекулярно-механічних уявлень про тертя, можна зробити висновок, що дія змащувального матеріалу полягає у формуванні на поверхнях тертя адсорбованих або хемосорбованих плівок, в результаті чого між поверхнями зменшуються сила тертя і (або) інтенсивність зношування.

Література:

1. *Прогресивні технології спорудження свердловин: монографія.* / Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». - Дніпро: 2020. - 164 с.
2. Sai, Deng, Chao, Kang, Alireza, Bayat, Ergun, Kuru, Manley, Osbak, Kristin, Barr & Cainan, Trovato. (2020). *Rheological Properties of Clay-Based Drilling Fluids and Evaluation of Their Hole-Cleaning Performances in Horizontal Directional Drilling.* *J. Pipeline Syst. Eng. Pract.*, 11(3), 04020031-12. doi.org/10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000475.
3. Diachenko Yu.G. & Dmytrenko V.I. (2021). *The impact assessment of plant oils on unctuousity of drilling fluids.* *Technology Audit and Production Reserves*, 2/3(58), 25-30. doi:10.15587/2706-5448.2021.229652.