

## USE OF ACID-DISPERSION SYSTEMS TO INCREASE THE RESERVOIR PERMEABILITY

### ВИКОРИСТАННЯ КИСЛОТНО-ДИСПЕРСІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ПЛАСТА

Yakymchko Y.Y. / Якимечко Я.Я.

*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-4406-0094

Oveckiy S.O. / Овецький С.О.

*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-3804-8638

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,

Ivano-Frankivsk, Karpatska 15, 76019

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

м. Івано-Франківськ, Карпатська 15, 76019

**Анотація.** В роботі розглядаються механізми взаємодії дисперсних систем із кольматантами різної природи (органічними, неорганічними, змішаними). Проаналізовано зміну фільтраційно-ємнісних властивостей привибійної зони пласта під впливом дисперсних систем. Розроблено рекомендації щодо оптимізації складу дисперсних систем та їхнього використання у реальних геологічних умовах. Також оцінено економічну ефективність застосування дисперсних систем у порівнянні з традиційними методами обробки, такими як кислотні промивки чи гідророзрив пласта.

**Ключові слова:** кольматанти, дисперсні системи, фільтраційно-ємнісні властивості, оптимізація складу дисперсних систем.

**Abstract.** The work examines the mechanisms of interaction between dispersed systems and clogging agents of various natures (organic, inorganic, mixed). The change in the filtration and capacity properties of the bottomhole zone of the reservoir under the influx of dispersed systems has been analyzed. Recommendations have been developed for optimizing the composition of dispersed systems and their use in real geological conditions. The cost-effectiveness of using dispersed systems compared to traditional treatment methods, such as acid washing or hydraulic fracturing, was also assessed.

**Keywords:** clogging agents, disperse systems, filtration and capacity properties, optimization of the composition of dispersed systems.

#### Вступ.

Привибійна зона пласта є одним із найважливіших елементів у процесі видобутку вуглеводнів, оскільки саме через цю зону здійснюється основний обмін флюїдів між пластом і свердловиною [1]. Забруднення привибійної зони пласта (кольматація), зумовлене накопиченням твердих осадів, важких вуглеводнів і мінеральних сполук, може знизити проникність порового середовища на 30–70%. Це суттєво впливає на дебіт свердловин і підвищує експлуатаційні витрати.

У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні нових технологій,

зокрема обробки привибійної зони пласта дисперсними системами, які поєднують хімічні, фізичні та механічні впливи [2-4]. Дисперсні системи дозволяють не лише очищувати поровий простір, але й стабілізувати його стан, запобігаючи повторній кольматації.

**Мета дослідження.** Вивчити механізми взаємодії дисперсних систем із кольматантами різної природи (органічними, неорганічними, змішаними). Проаналізувати зміну фільтраційно-ємнісних властивостей привибійної зони пласта під впливом дисперсних систем. Розробити рекомендації щодо оптимізації складу дисперсних систем та їхнього використання у реальних геологічних умовах. Оцінити економічну ефективність застосування дисперсних систем у порівнянні з традиційними методами обробки, такими як кислотні промивки чи гідророзрив пласта.

#### **Основні механізми впливу дисперсних систем.**

**Розчинення кольматантів:** Кислотні компоненти дисперсних систем (наприклад, HCl або оцтова кислота) ефективно розчиняють карбонатні й силікатні відкладення, що забезпечує відновлення пористості пласта. Лужні складові використовуються для видалення органічних забруднень (парафінів, смол).

**Модифікація змочуваності:** Поверхнево-активні речовини у складі дисперсних систем змінюють поверхневий натяг між флюїдами та породами, що сприяє покращенню рухливості залишкової нафти.

**Стабілізація порового середовища:** Наночастинки (наприклад,  $Al_2O_3$ ) забезпечують механічне очищення та стабілізацію структури порового простору. Завдяки високій поверхневій активності наночастинки адсорбують залишкові кольматанти, зменшуючи їхній вплив на фільтраційні властивості.

**Запобігання повторній кольматації:** У складі дисперсних систем можуть бути присутні інгібітори осадження солей, які зменшують утворення кольматантів у майбутньому.

#### **Методи дослідження:**

1. **Експериментальні лабораторні випробування:** Використовувалися

кернах із різних родовищ для аналізу впливу дисперсних систем на реальні зразки порід. Вивчення проникності проводилося до та після обробки ДС.

**2. Числове моделювання:** Моделі будувалися для різних геологічних умов із використанням програмного забезпечення, такого як CMG або Eclipse. Було оцінено динаміку зміни проникності залежно від глибини проникнення ДС і концентрації активних компонентів.

**3. Аналіз економічної ефективності:** Порівняли витрати на використання дисперсних систем із традиційними методами обробки, враховуючи тривалість ефекту та збільшення дебіту.

### **Результати досліджень.**

Використання кислотно-дисперсійних систем призводило до збільшення проникності пласта на 15–40%. Найкращі результати досягалися при комбінуванні поверхнево-активних речовин, наночастинок  $Al_2O_3$  та кислот, що забезпечувало комплексний вплив на всі види кольматантів. Оптимальна концентрація поверхнево-активних речовин становила 0,5–1%, наночастинок  $Al_2O_3$  — 1–2%. Використання інгібіторів осаду солей знижувало ймовірність повторної кольматації на 20–25%.

### **Висновки.**

Дисперсні системи є універсальним інструментом для покращення фільтраційних властивостей привибійної зони, зокрема у випадках складних багатофазних кольматантів. Запропоновані комбінації активних компонентів дозволяють досягати максимального ефекту з мінімальними витратами. Подальші дослідження мають зосередитися на вивченні довготривалого впливу дисперсних систем та їхньої поведінки в умовах високих температур і тисків. Результати можуть бути використані для вдосконалення технологій видобутку нафти та газу. Впровадження дисперсних систем дає змогу зменшити витрати на ремонтні роботи, підвищити ефективність видобутку, особливо на виснажених родовищах.

**Список літератури:**

1. Schramm, L.L. Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications. Wiley-VCH, 1996.
2. Hiemenz, P.C., & Rajagopalan, R. Principles of Colloid and Surface Chemistry. Marcel Dekker, 1997.
3. Elimelech, M., Gregory, J., Jia, X., & Williams, R.A. Particle Deposition and Aggregation: Measurement, Modelling and Simulation. Butterworth-Heinemann, 1998.
4. McDowell-Boyer, L.M., Hunt, J.R., & Sitar, N. Particle Transport Through Porous Media. Water Resources Research, 1986.