

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

М.А.Н.

• Мала академія наук
• України під егідою
• ЮНЕСКО

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



12-13 ГРУДНЯ 2024 РОКУ

УДК 622

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЧЕРГУВАННЯ ЗАКАЧУВАННЯ В ПЛАСТ ВОДИ І ГАЗУ(WAG) ТА ШТУЧНОГО ЗАВОДНЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ СВЕРДЛОВИН

Петренко Т.С.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
saynos2011@gmail.com

Актуальність. Продуктивність нафтового родовища залежить від розміру пласта, його складності, механізмів витіснення та властивостей флюїдів. Дослідження характеристик пласта та прогнозування видобутку є ключовими для оцінки доцільності розробки та вибору стратегій підвищення нафтовіддачі[1].

З початком видобутку зниження пластового тиску зменшує дебіт нафти, тому для його підтримання зазвичай закачують воду або газ (вторинне нафтовилучення), що збільшує вилучення нафти до 20–50%. Ефективність методу залежить від гетерогенності пласта, в'язкості нафти, рухливості інжекттованих флюїдів, швидкості закачування та явищ, як-от гравітаційна сегрегація у високопроникних зонах.

Мета. Метою роботи є поглиблене дослідження відмінностей між підходами інтенсифікації нафтовидобутку за рахунок закачування води та комбінованого методу чергування закачування в пласт води і газу. Основна увага приділяється аналізу їх принципових відмінностей, переваг і обмежень, а також умов, за яких кожен метод забезпечує максимальну ефективність видобутку.

1. Штучне заводнення для підвищення нафтовилучення.

Заводнення є недорогим і простим у використанні. Таким чином, він є домінуючим серед методів нагнітання рідин. Нагнітання води - це технологія, яка використовує нагнітальні та видобувні свердловини для використання енергії води, що нагнітається для витіснення нафти до видобувних свердловин [2]. На рисунку 1 показано схему нагнітання води.

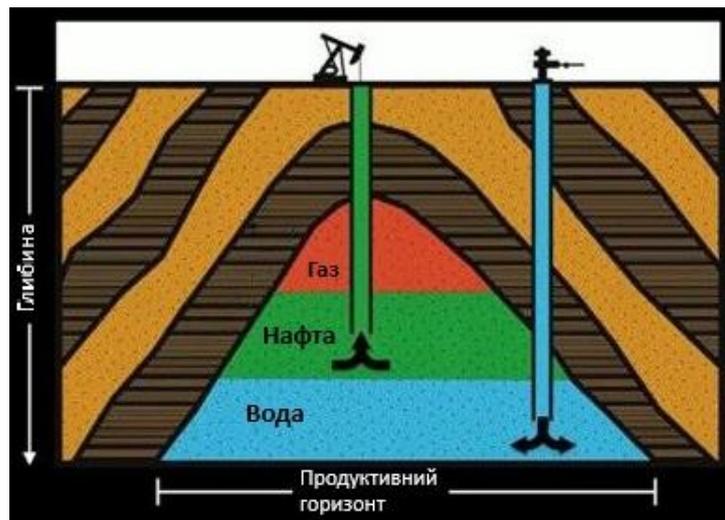


Рис.1 Схема нагнітання води

При заводненні вода витісняє нафту з пор у пласті, нагадуючи текучий поршень. Крім того, вища в'язкість нафти порівняно з водою сприятиме неідеальній поведінці витіснення. Вільямс Лайонс дійшов висновку, що різниця в'язкості між водою і нафтою при витісненні часто є проблемою. Таким чином, несприятливі співвідношення рухомості, що виникають в результаті, сприяють проникненню води через більш в'язку нафту і можуть знизити ефективність нафтовилучення[3]. Ефект пальцеутворення через різницю в'язкостей показано на рисунку 2.

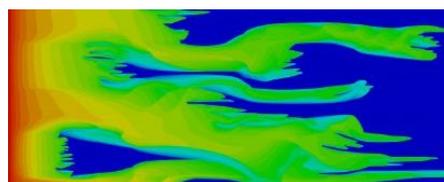


Рис. 2 Ефект пальцеутворення через різницю в'язкостей[4]

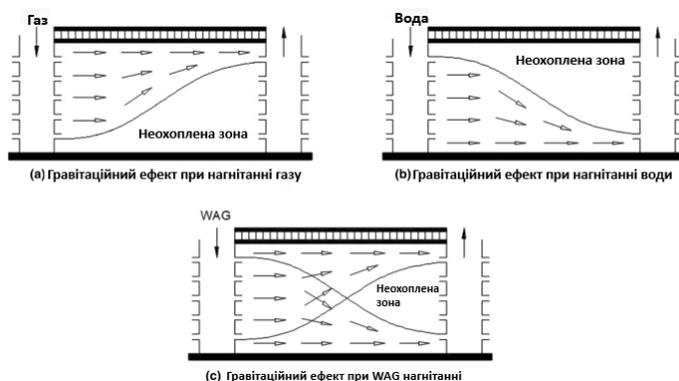
Механізм витіснення є нестационарним процесом, тому відбувається зміна насиченості флюїду з часом, що призводить до зміни відносних проникностей, тиску або швидкостей фаз.

Основними обмеженнями методу є низька ефективність нафтовилучення (30–40% від початкового об'єму нафти) через вибір водою шляхів найменшого опору, що залишає частину нафти недосяжною. Існує ризик збільшення обводненості свердловин через прориви води. Несумісність нагнітальної води із

пластовою може спричинити несприятливі хімічні реакції, що знижують продуктивність пласта. Крім того, неоднорідність проникності утруднює рівномірний розподіл води, залишаючи значні обсяги нафти за непроникними бар'єрами.

2. Процес чергування закачування в пласт води і газу.

Чергування закачування води і газу (WAG) — це циклічний процес нагнітання газу та води для підвищення нафтовіддачі пласта. Метод покращує макро- та мікроскопічну ефективність, підтримує пластовий тиск, знижує



в'язкість нафти через розчинення газу, зменшує залишкову нафтонасиченість і контролює рухливість флюїдів. Вуглекислий газ часто використовується завдяки його високій ефективності мікроскопічного витіснення та низькому міжфазному натягу з нафтою[5]. Метод WAG дозволяє контактувати з нафтою у верхній частині пласта над стволом горизонтальної свердловини, де вода неефективна. У високопроникних пісковиках газ піднімається вгору, а вода опускається вниз, забезпечуючи витіснення нафти. Це зменшує площу неконтактного пласта, знижує залишкову нафтонасиченість і підвищує нафтовіддачу[6]. На рисунку 3 нижче показано гравітаційний ефект під час нагнітання газу, води і WAG.

Рис. 3. Гравітаційні ефекти при нагнітанні в пласт[7].

Метод WAG має обмеження, зокрема ранній прорив газу, що знижує ефективність витіснення нафти та збільшує обводненість. Підтримання тиску і змішуваності у пласті є складним через коливання пластових умов. З часом може знижуватися швидкість нагнітання, а наявність асфальтенів і гідратів спричиняє

закупорки та операційні затримки. Неоднорідність пласта ускладнює рівномірний розподіл рідини, знижуючи ефективність видобутку.

Висновки. Метод WAG поєднує переваги води і газу, стабілізуючи фронт витіснення та підвищуючи мікро- і макроскопічну ефективність. Він ефективний у неоднорідних пластах і при високій в'язкості нафти, але потребує точного контролю, має більшу вартість і ускладнення, пов'язані з уловлюванням газу або блокуванням водою.

Нагнітання води підходить для простих умов, тоді як WAG забезпечує вищу нафтовіддачу у складних колекторах, компенсуючи вищу вартість і складність.

Література:

1. Jahn, F. Cook, M. and Graham, M., 2003. *Hydrocarbon exploration and production. Developments in Petroleum science, 46, Elsevier Science, Aberdeen, United Kingdom, 7th edition.*

2. Thomas, J.L., 2001. *Petroleum engineering fundamentals. Ed. Interciência, 2nd edition, Rio de Janeiro (In Portugese).*

3. Lyons, W.C., 2010. *Working guide to reservoir engineering. Published by Elsevier Inc, Oxford*

4. Horgue, P.; Soullaine, C.; Franc, J.; Guibert, R.; Debenest, G. *An open-source toolbox for multiphase flow in porous media. Comput.Phys. Commun. 2015,187.*

5. Hussien MYA (2013) *Simulation study on IWAG assisted by low salinity water injection for light oil reservoirs. Thesis, Universiti Teknologi Petronas, Malaysia*

6. Abdullah, N., Hasan, N. *The implementation of Water Alternating (WAG) injection to obtain optimum recovery in Cornea Field, Australia. J Petrol Explor Prod Technol 11, 1475–1485 (2021).*

7. Mohammad AS, Mahmoud OE (2018) *Literature review of Water Alternating Gas. J Earth Energy Eng 7:33–45.*