

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 XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



2025

*років освітніх традицій*

**12-13 ГРУДНЯ 2023 РОКУ**

**УДК 622.279****НАГНІТАННЯ НЕВУГЛЕВОДНЕВИХ ГАЗІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ  
ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ****Ларцева І.І., Дубина О.В.***Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
lartsevairyna@gmail.com*

Багато родовищ України працює в режимі виснаження пластової енергії. Для більшості виснажених нафтових родовищ України коефіцієнт нафтовилучення не перевищує 0,25 – 0,30, а коефіцієнт газовіддачі дорівнює 0,50 – 0,85 % [1].

Для підвищення коефіцієнту вилучення вуглеводнів та покращення показників видобування, родовища розробляють з підтриманням пластового тиску шляхом нагнітання сухого газу, газу нафтових родовищ та інших неуглеводневих газів (азоту  $N_2$  та діоксиду вуглецю  $CO_2$ ). Одним із методів регулювання обводнення продуктивних горизонтів є нагнітання азоту, завдяки чому створюється додатковий бар'єр між водонапірною системою та покладами.

Тому метою роботи є дослідження методу нагнітання азоту та діоксиду вуглецю при розробці виснажених родовищ для підвищення вилучення вуглеводнів.

Азот є інертним газом, який стає змішуваним за особливих умов при високому тиску. У процесі змішування збільшення вилучення зумовлене переходом легких компонентів з нафти в газову фазу. Діоксид вуглецю має властивість при змішуванні з нафтою набухати, робити її легшою, відокремлювати її від поверхонь гірських порід і змушувати нафту вільніше рухатися в пласті. Здатність  $CO_2$  випаровувати вуглеводні набагато більша, ніж у природного газу [2, 3].

Далі представлені дослідження [4] з вилучення нафти за допомогою заводнення, нагнітання азоту і подальшого заводнення, нагнітання діоксиду вуглецю і подальшого заводнення та порівняння результатів.

Досліджувані зразки-керна спочатку були насичені сировою нафтою, взятою з родовища Бу Хасса в Абу-Дабі, ОАЕ. Ця сира нафта класифікується як легка сира нафта, оскільки її густина API становить  $35,7^\circ$  ( $\rho = 846,3$  кг/м<sup>3</sup>). Моделювання пластової води проводилась виготовленням розсолу, якою насичували kern, щоб довести зразок до залишкового нафтонасичення. Для інтенсифікації використовували воду з низькою мінералізацією, яка має концентрацію 5 г/л NaCl, а також чисті газу  $CO_2$  і  $N_2$ .

Першим кроком було нафтонасичення підготовлених кернів (табл. 1), другим – насичення зразків керна морською водою для доведення нафтонасичення до залишкового насичення (табл. 2), третім – проведення експериментів з підвищення вилучення нафти: заводненням низькомінералізованою водою (LSW); попереднім нагнітанням 5 см<sup>3</sup>  $N_2$  з подальшим закачуванням 60 см<sup>3</sup> LSW; попереднім нагнітанням 5 см<sup>3</sup>  $CO_2$  з подальшим закачуванням 60 см<sup>3</sup> LSW (табл. 3).

Таблиця 1 – Зразки породи після насичення нафтою

Номер зразка	Поровий об'єм	Пористість (%)	Проникність (мД)	Кількість води	S <sub>w</sub> (%)
2	12,9	16,6	0,3	11,6	10,0
4	16,2	19,9	0,5	12,8	21,1
5	19,3	23,5	2,2	12,5	35,3

Таблиця 2 – Зразки породи після заводнення морською водою

Номер зразка	Нагнітання води	Витіснення нафти	Залишкова нафта	S <sub>ог-1</sub> (%)	Витіснення нафти (%)
2	60	7,4	4,2	36,2	63,8
4	60	7,8	5	39,1	60,9
5	60	8,4	4,1	32,8	67,2

Таблиця 3 – Результати експериментальних досліджень

Номер зразка	Тип тесту	Вихід нафти	S <sub>ог-2</sub> (%)	EOR (%)	Витіснення залишкової нафти (%)
2	LSW	0,3	33,6	2,6	7,1
4	N <sub>2</sub> +LSW	1,2	29,7	9,4	24
5	CO <sub>2</sub> +LSW	0,4	29,6	3,2	7,3

Результати випробувань нагнітання азоту, а потім солоної води, показали найвищий рівень вилучення, який становить 24% від залишкової нафти, тоді як вилучення води LSW та CO<sub>2</sub> із наступним заводненням LSW становило 7,1% та 7,3% відповідно. Цей результат нагнітання азоту з наступним заводненням низькомінералізованою водою можна пояснити двома причинами: 1 – азот має меншу молекулярну масу, ніж CO<sub>2</sub>, що дозволяє йому досягати дуже малих пор, які не можуть бути доступні CO<sub>2</sub>; 2 – азот викликає випаровування легких компонентів нафти (C<sub>1</sub> – C<sub>6</sub>), і, отже, це явище може бути більш ефективним з легкою нафтою з високою концентрацією метану, подібною до нафти, яка використовувалася в цьому експерименті.

Таким чином, в умовах щільного карбонатного колектору та легкої нафти закачування азоту з наступним заводненням водою з низькою солоністю є найбільш ефективним методом інтенсифікації.

### Література:

1. Бурачок О.В. Підвищення ефективності вилучення вуглеводнів на різних стадіях розробки газоконденсатних родовищ: Дис. докт. філософ. за спец. 185 – Нафтогазова інженерія та технології. – Івано-Франківськ: ІФНТУНІГ, 2021.
2. Alternating N<sub>2</sub> gas injection as a potential technique for enhanced gas recovery and CO<sub>2</sub> storage in consolidated rocks: an experimental study / N. Mohammed, A. J. Abbas, G.C. Enyi, S. M. Suleiman, D. E. Edem, M. K. Abba // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology (2020) 10:3883–3903 <https://doi.org/10.1007/s13202-020-00935-z>
3. Holm L, Josendal V. Mechanisms of oil displacement by carbon dioxide. Journal of Petroleum Technology. 1974;26(12):1427-1438.
4. Essa Georges Lwisa and Ashrakat R Abdulkhalek. Enhanced oil recovery by nitrogen and carbon dioxide injection followed by low salinity water flooding for tight carbonate reservoir: experimental approach 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 323 012009.