

УДК 622.279.7

**Фик І.М.,** аспірант спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
(Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
м. Харків, Україна)

**Науковий керівник: Кривуля С.В.** канд. геологічних наук, перший заступник  
директора ГПУ «Шебелинкагазвидобування»  
(ГПУ «Шебелинкагазвидобування», м. Харків, Україна)

## ГЕОЛОГО – ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ВИДОБУТКУ ГАЗУ НА ПРИКЛАДІ ШЕБЕЛИНСЬКОГО ГКР

Характерною геолого-промисловою особливістю ГКР є широкий діапазон змін колекторських властивостей газонасичених порід по площі і розрізу (проникність коливається від 0,1 до 100 мД). Середній коефіцієнт пористості колекторів складає 0,13, середній коефіцієнт газонасиченості - 0,5 [1].

Значна увага при розробці ШКГР приділялась стану обводнення. З метою введення поправки на обводнення при підрахунку запасів Шебелинського ГКР за методом падіння пластового тиску було об'ємним методом підраховано обсяги пластових вод, що вторглися в газонасичені поклади [1]. В цілому родовище розробляється в газовому режимі з незначним обводненням.

Сумарний об'єм обводнення горизонтів в 1989 році складав 40,6 млн. м<sup>3</sup> води; станом на 2009 рік оцінюється в об'ємі 80 млн. м<sup>3</sup>, при цьому середній пластовий тиск знизився з 12,0 до 2,5 МПа.

Станом на 2016 рік при зниженні пластового тиску до 2,08 МПа об'єм обводнення в цілому збільшився до 90 млн. м<sup>3</sup> води, тобто на 10 млн. м<sup>3</sup> [2] і в 2022 році досяг 96 млн. м<sup>3</sup>. Тобто темпи вторгнення води в газові поклади сповільнюється.

Нижче наведено статистичні залежності об'ємів обводнення від часу ( $Q_{обв}(t)$ ), а також залежність об'ємів обводнення від пластового тиску  $Q_{обв}(P_{пл})$  [2].

Отриманні рівняння мають вигляд:

$$Q_{обв}(t) = 1,758 \cdot t - 3454 \quad \text{Коеф. кореляції } 0,998 \quad (1)$$

$$Q_{обв}(P_{пл}) = -33,8 \cdot \ln(P_{пл}) + 114,4 \quad \text{Коеф. кореляції } 0,967 \quad (2)$$

Із отриманих рівнянь 1 і 2 слідує, що залежності об'ємів обводнення від часу і від тиску ведуть себе неадекватно і вступають у протиріччя, оскільки на пізній стадії розробки Шебелинського родовища залежність  $Q_{обв}$  від  $P_{пл}$  показує практичну стабілізацію пластового тиску відносно незначним, але різким ростом об'ємів обводнення при падінні пластового тиску з 2,5 МПа до 2,08 МПа за період з 2009 до 2016 рік.

Газонасичений об'єм пор Шебелинського ГКР складає  $0,576 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> в той час, як об'єм обводнення станом на 2022 рік складає  $96 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>. Тобто, об'єм обводнення на 3 порядки менший ніж об'єм газонасичених пор і не може серйозно впливати на режим розробки родовища і підтримання пластового тиску.

В ході дослідження були враховані всі фактори, що можуть впливати на підтримання пластового тиску – це: обводнення, просідання поверхні, пружність гірських порід, пластової води та газу. Аналіз показав, що наведені фактори не можуть в значній мірі підтримувати пластовий тиск [1]. Виходячи із вищенаведеного можна припустити, що на Шебелинському ГКР існує інший фактор впливу на підтримання пластового тиску; і таким фактором можуть бути перетоки газу з глибоких горизонтів, тобто відновлення запасів газу [1,2]. Що до Шебелинського ГКР, то найбільш вдало пояснює як формування так і можливість перетоків газу з глибоких горизонтів в поклади, що розробляються геологічний профіль Верповського М.М. та Гладченко Ю.О.,

наведені в роботах [2,3]. Автори показали, що міграція вуглеводнів можлива тектонічним порушенням як на стадії формування покладу, так і на стадії розробки.

Аналогічні дослідження були проведені Чепілем П.Н. в роботі «Друге життя родовищ нафти та газу міф чи реальність» [4].

Буріння 12 глибоких свердловин (до 5 тис. м) на Шебелинському ГКР показало наявність газоносних ущільнених колекторів, були навіть окремі викиди газу при бурінні, що свідчить про загазованість покладів карбону по всій глибині. Однак, промислових покладів, як і надійних покрівль (флюїдоупорів) виявлено не було.

Враховуючи широку сітку диз'юнктивних дислокацій на Шебелинському родовищі, їх підтвердження глибоким бурінням, можна вважати, що тектонічні порушення можуть бути шляхами і сучасної міграції вуглеводнів до покладів світи мідистих пісковиків та араукаризової світи; тим більше, що пластовий тиск в них знизився до 2,0 МПа, а тиск на великих глибинах досягає 30-50 МПа, що і зумовило можливість перетоків газу в розроблений поклад виходячи із теорії дегазації Землі.

В ході дослідження був проведений аналіз розробки родовища, в результаті якого можна припустити, що річний об'єм перетоку газу в поклад, що розробляється із глибоких покладів складає 1,7-1,9 млрд. м<sup>3</sup> [2,3].

На рис. 1 показано періоди розробки Шебелинського ГКР з 1980 по 2016 р. [1-3]. Слід зауважити, що в період 1999 по 2003 рік, річні обсяги видобутку газу були знижені до 1700-1900 млн. м<sup>3</sup>, при цьому пластовий тиск стабілізувався на рівні 3,3 МПа.

Але пізніше в період з 2004 по 2016 р., що спостерігається на кривих рис.1 річний видобуток газу знову збільшився до 2,4 млрд. м<sup>3</sup>, при цьому продовжилось падіння пластового тиску тому, що об'єм перетоків складав лише 1,8-1,9 млрд. м<sup>3</sup> і не встигав за відбором газу за рахунок введення нових ДКС.

Це дає підстави зробити припущення, що на Шебелинському ГКР спостерігається підтримання пластового тиску за рахунок щорічного відновлення запасів газу в об'ємі 1,7-1,9 млрд. м<sup>3</sup> за рахунок перетоків газу з глибоких горизонтів.

Враховуючи вищенаведене, було розглянуто чотири варіанти подальшої розробки Шебелинського ГКР: розробка без введення в експлуатацію дотискуючої компресорної станції (ДКС) та з введенням ДКС без врахування перетоків (діючі проектні варіанти). А також врахування перетоків газу (відновлення запасів) для безкомпресорної та компресорної розробки (прогнозні авторські варіанти) [2].

Розрахунки видобутку газу, а також пластові тиски по рокам показано графічно за різними варіантами розробки рис. 2 [2].

Як бачимо, за виконаним прогнозом варіанти 1 і 2 з врахуванням відновлення запасів природного газу вигідно відрізняються від діючих проектних варіантів без врахування перетоку, що забезпечує стабілізацію пластового тиску і відповідно збільшення видобутку газу.

Однак, ДКС на Шебелинському родовищі так і не була введена в експлуатацію станом на 01.01.2023 р., фактична розробка Шебелинського ГКР з 2016 року пішла по варіанту з врахуванням перетоку газу із глибоких горизонтів. На рис. 1 показано криві видобутку газу та пластові тиски фактичні, в тому числі подовженні з 2016 по 2023 рік, які співпадають з прогнозам автора 2017 року [2].

Таким чином прогноз показників розробки наведений в даній статті є уточненням до останніх прийнятих документів розробки, і рекомендується для врахування в наступних розрахунках щодо прогнозу довгострокового видобутку газу із Шебелинського ГКР. За результатами підрахунків при безкомпресорній розробці з врахуванням перетоків газу починаючи з 2020 року спостерігається перехід в режим постійного річного видобутку в об'ємах 1,7-1,9 млрд. м<sup>3</sup>. Останнє підтверджує відновлення запасів газу Шебелинського ГКР за рахунок теорій постійної дегазації Землі.

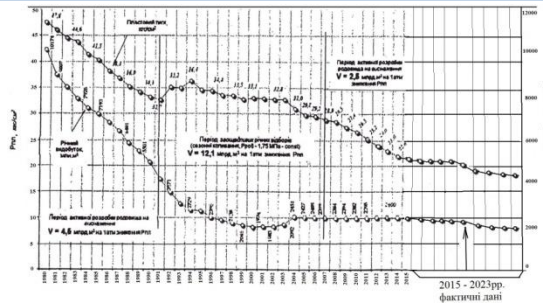


Рисунок 1 – Темпи вилучення залишкових запасів Шебелинського ГКР по роках

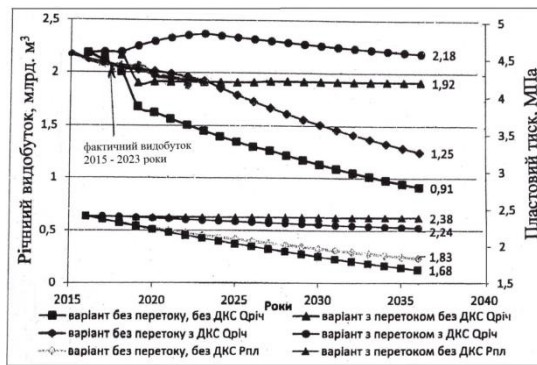


Рисунок 2 – Прогноз показників розробки Шебелинського ГКР за різними варіантами розробки

### Висновки:

1. Таким чином, перспективи довгострокової розробки Шебелинського ГКР в значній мірі залежать від відновлення запасів газу за рахунок перетоків газу з глибинних горизонтів карбону по тектонічним порушенням, що сприяє підтримуванню пластового тиску в покладі та забезпечує підтримування обсягів річного видобутку. При цьому річний видобуток газу не може бути меншим 1,7 млрд. м<sup>3</sup> на протязі багатьох десятиліть.

2. Встановлене виконаними дослідженнями явище відновлення запасів газу на Шебелинському ГКР є перспективним і для інших родовищ України і потребує подальших спеціальних досліджень, для визначення довго строкості розробки родовищ на пізній стадії експлуатації.

3. Видобуток газу станом на 01.01.2023 року склав – 1,8 млрд. м<sup>3</sup>/рік, що підтверджує відновлення запасів за рахунок перетоків із глибинного горизонту.

### Список використаних джерел:

1. Фесенко Ю.Л. (2009) Стан і перспективи розробки Шебелинського газоконденсатного родовища. Нафтова і газова промисловість. № 5-6. С. 24-28.
2. Фик І.М. Шебелинське газоконденсатне родовище відновлення запасів чи обводнення? Нафтогазова галузь України. 2018. №6. С. 3-10.
3. Кривуля С.В. Особливості геологічної будови, нарощування запасів та розробка великих родовищ у відкладах P1-C3 в ДДЗ на прикладі Шебелинського газоконденсатного родовища. Вісник ХНУ. 2012. №1033. С. 15-82.
4. Вдовиченко А.І. Проблеми нарощування запасів і видобутку нафти і газу в Україні рахунок їх відновлення / А.І. Вдовиченко, А.М. Коваль, П.М. Чепель // Нафта і газ. Наука-Освіта. Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали Всеукраїнського науково-техніч. конф. (м. Дрогобич, 10-11 березня 2016 р.). Дрогобич: ТЗОВ «Трек-ЛТД». 2016. 174 с.