

# ВПЛИВ ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВИХ УМОВ НА ГАЗО- І КОНДЕНСАТОВИЛУЧЕННЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

**О.П. Варавіна, аспірант**  
**Национальный технический университет**  
**«Харьковский политехнический институт»**  
(кер. д.т.н., проф. І.М.Фик)

**Анотація.** В роботі розглянуто вплив природних геологічних факторів, які впливають на ступінь вилучення газу та конденсату з надр. Складність геологічної (тектонічної) будови покладу прямо впливає на коефіцієнти газоконденсатовилучення: чим складніша тектоніка, тим важче забезпечити високе газоконденсатовилучення.

**Ключеві слова:** газоконденсатовилучення, геологічні фактори, газоконденсатні родовища, коефіцієнт, поровий простір.

Кінцеві величини газо- і конденсатовилучення визначаються після закінчення розробки газоконденсатних родовищ як відношення вилученої маси сухого газу (без  $C_{5+}$ ) і конденсату ( $C_{5+}$ ) відповідно до їх балансових запасів. В роботі конденсатовилучення розглядається як похідна від газовилучення: чим більше вилучення газу, тим більше вилучення конденсату.

До основних природних геологічних факторів, що впливають на ступінь вилучення газу та конденсату з надр, належать їх початкові запаси, глибина і термобаричні умови покладів, фізико-хімічні властивості пластового газу, тиск початку конденсації та характер кривої потенційного вмісту конденсату, колекторські властивості продуктивних горизонтів і ступінь їх літологічної однорідності, складність геологічної будови родовища (тектоніка) та активність пластових вод.

З іншого боку, на ступінь вилучення вуглеводнів з надр суттєвий вплив справляють технологічні та техніко-економічні фактори, основними з яких є: спосіб розробки покладів (виснаження чи підтриманням пластового тиску (природне чи штучне)); щільність сітки свердловин та вибір інтервалів розкриття пластів; темпи відбору газу із свердловин і родовища; якість

будівництва, розкриття та освоєння свердловин; надійність їх конструкції, захисту від корозії, можливість регулювання розробки пластів в умовах просування пластових вод; система промислового збору, підготовки й транспортування газу та конденсату; наявність місцевих споживачів низьконапірного газу; капітальні вкладення та експлуатаційні витрати, встановлені ціни на газ і конденсат.

Розглянемо вплив природних геологічних факторів, який вони справляють на ступінь вилучення газу та конденсату з надр.

Початкові запаси. Кінцеві коефіцієнти газо- і конденсатовилучення перебувають у прямій залежності від величини початкових запасів для всіх природних режимів розробки. Можна виділити два головні фактори позитивного впливу величини запасів на кінцеве газо- і конденсатовилучення:

- перший - організаційно-технологічний, коли концентрація промислових робіт в одному місці, наприклад, на великому газоконденсатному родовищі, при тих же капітальних і експлуатаційних затратах дає можливість провести більше технічних і технологічних робіт, спрямованих на збільшення газо- і конденсатовилучення;

- другий - геолого-технологічний, коли є можливість розгорнути роботи по площі і розрізу для впровадження необхідних нових систем розробки, спрямованих на максимальне газоконденсатовилучення.

Необхідно зауважити, що порівнювати коефіцієнти кінцевого газо- і конденсатовилучення та величину запасів слід тільки для однакових режимів розробки, тому що при однакових запасах газу і конденсату кінцеве вилучення вуглеводнів завжди буде вище там, де відсутній водонапірний режим або його елементи.

**Глибина і термобаричні умови.** Ці фактори, як правило, залежні: із збільшенням глибини підвищується температура і пластовий тиск. В ідеальних умовах ці фактори безпосередньо впливають на кінцеве газоконденсатовилучення, тому що при однакових кінцевих робочих тисках

розробки газоконденсатних родовищ більше газу і конденсату буде видобуто з тих родовищ, де більша глибина і більший початковий пластовий тиск [3].

Чим більша різниця між  $P_{п}$  і  $P_{кін}$ , тим вищим буде коефіцієнт конденсатовилучення.

**Фізико-хімічні властивості пластового газу.** Вони значною мірою впливають на кінцевий коефіцієнт конденсатовилучення через співвідношення вуглеводнів метанового ряду, особливо  $C_{5+}$ , тобто: чим більше у пластовому газі вуглеводнів  $C_{5+}$ , тим нижчий буде коефіцієнт конденсатовилучення з родовища [1,7].

На більшості газоконденсатних родовищ України з високим вмістом конденсату, тиск початку конденсації дорівнює початковій величині пластового тиску або трохи нижче, що призводить до інтенсивної конденсації важких вуглеводнів при падінні пластового тиску та різкого зниження фазової проникності для газу.

Як показав досвід, розробка таких покладів на виснаження (горизонти В-16-17 Тимофіївського НГКР, горизонт Н-5 Березівського ГКР, горизонти В-16-18 Гадяцького ГКР та ін.) при порівняно високому пластовому тиску і поточному газовилученню у межах 35-45% припиняється стабільне фонтанування свердловин, що призводить до низького значення коефіцієнта вилучення не лише конденсату, а й природного газу [6,8,9].

**Колекторські властивості продуктивних пластів.** Вплив колекторських властивостей пластів на коефіцієнти газо- і конденсатовилучення слід розглянути у двох напрямках:

- перший - це вплив при розробці на виснаження;
- другий - це вплив при розробці в умовах прояву водонапірного режиму.

При розробці газоконденсатних родовищ на виснаження головним петрофізичним параметром, що істотно впливає як на поточне, так і на кінцеве газоконденсатовилучення, є проникність. Чим більша проникність, тим більші будуть і поточні, і кінцеві коефіцієнти конденсатовилучення. Для багатопластових родовищ з низькою проникністю суттєвими стають градієнти

початкових пластових тисків; на пізній стадії розробки залучаються в дренавання пласти і зони з початковим пластовими тисками, зростають запаси, розраховані методом падіння пластового тиску, збільшується строк розробки родовищ. Наприклад, Шебелинське газоконденсатне родовище: запаси, розраховані об'ємним методом і затверджені ДКЗ СРСР у 1966 р., становили 464 млрд.м<sup>3</sup>, а запаси, підраховані по падінню пластового тиску і затверджені ДКЗ у 1988 р., склали 650 млрд.м<sup>3</sup> і продовжують зростати.

На сьогодні запаси газу Шебелинського родовища оцінюються спеціалістами УкрНДІгазу в об'ємі 720 – 730 млрд.м<sup>3</sup>, що відкриває нові перспективи його розробки. В принципі, при виснаженні коефіцієнт газовилучення залежить від кількості свердловин і фактора часу, колекторські властивості прямо впливають на поточний коефіцієнт газовилучення.

При розробці газоконденсатних покладів в умовах прояву водонапірного режиму вплив колекторських властивостей продуктивних пластів на коефіцієнти газо- і конденсатовилучення різко зростає. Це пов'язано з формуванням залишкової газонасиченості у поровому просторі за фронтом витіснення газу водою.

У роботі [2] автором на основі аналізу рівняння Козені-Кармана теоретично доведено, що коефіцієнт залишкової газонасиченості перебуває у такій залежності від колекторських властивостей:

$$K_{з.г} = K_{г} - \frac{1}{m} \sqrt[n]{\frac{8K_{пр} \cdot a}{(r_{сер}^{\phi})^2 \cdot 10^{12}}} \quad (1)$$

де:  $K_{з.г}$  – коефіцієнт залишкової газонасиченості;

-  $K_{г}$  – коефіцієнт початкової газонасиченості;

-  $K_{пр}$  – коефіцієнт проникливості;

-  $a$  - структурний коефіцієнт;

-  $n$  - структурний показник;

-  $r_{сер}^{\phi}$  - середній радіус порового простору, по якому фільтрується вода.

З рівняння (1) видно, що вплив колекторських властивостей на залишкову газонасиченість сповна підтверджують результати експериментальних досліджень наведених у роботах [2,5] (див. формулу 2).

$$K_{з.г.} = K_{г.} - \frac{1}{K_{п.}} (0,024 \lg K_{ср} + 0,03) \quad (2)$$

Де:  $K_{п.}$  – коефіцієнт пористості;

З метою оцінки впливу колекторських властивостей на коефіцієнти газота конденсатовилучення авторами пропонується ввести новий параметр - коефіцієнт пасивної газонасиченої пористості  $K_{п.нас.}$ , яка дорівнює:

$$K_{п.нас.} = K_{з.г.} \cdot K_{п.} \quad (3)$$

На відміну від динамічної пористості пасивна газонасичена пористість являє собою ту частину газонасиченого порового простору, яка не охоплюється обводненням при проходженні води крізь поровий простір.

Виходячи із теоретичного та експериментального вивчення впливу на пасивний коефіцієнт газонасиченої пористості як проникності, так і початкової газонасиченості, слідує, що як проникність, так і початкова газонасиченість прямо впливають на коефіцієнт пасивної газонасиченої пористості.

Таким чином, чим кращі колекторські властивості пласта, тим більший буде коефіцієнт пасивної газонасиченої пористості і тим менше буде газовилучення в обводненій зоні пласта.

Що ж до конденсатовилучення обводненої зони, то пропонується ввести новий коефіцієнт залишкової конденсатонасиченості пластового газу в обводненій зоні  $\eta_{к.з.}$ , який визначається з рівняння:

$$\eta_{к.з.} = \frac{K_{п.нас.} q_{пот}}{K_{п.еф} q_{поч}} \quad (4)$$

де:  $K_{п.еф}$  - коефіцієнт ефективної газонасиченої пористості;

$q_{поч}$ ,  $q_{пот}$  - питомих вміст конденсату у пластовому газі - початковий і поточний.

Аналіз формули (4) показує, що чим більші співвідношення

$\frac{K_{п.нас.}}{K_{п.эф}}$  і  $\frac{q_{пот}}{q_{поч}}$ , тим більший буде коефіцієнт залишкової

конденсатонасиченості обводненої зони.

Складність геологічної (тектонічної) будови покладу прямо впливає на коефіцієнти газоконденсатовилучення: чим складніша тектоніка, тим важче забезпечити високе газоконденсатовилучення [3]. Прикладом впливу геологічної будови на ефективність розробки може бути Новотроїцьке газоконденсатне родовище [4]

Технологічні і техніко-економічні фактори також суттєво впливають на коефіцієнти газо- і конденсатовилучення. Найперше - це система і спосіб розробки покладів (режими розробки: природний - виснаження, водонапірний, змішаний; штучний - сайклінг-процес, перепуск газу, заводнення та ін.). Але на відміну від геологічних ці фактори піддаються регулюванню і можуть бути враховані при підготовці проектів розробки, а тим самим регулюються коефіцієнти як газо-, так і конденсатовилучення.

**Список використаних джерел:** 1. Тер-Саркисов Р. М. Повышение углеводородоотдачи пласта нефтегазоконденсатных месторождений. - Москва: ВНИИГаз, 1998. - С. 150-173. 2. Фык И. М. Влияние параметров пористой среды на остаточную газонасыщенность // Газовая промышленность. - 1981. - № 1. - С.18-19. 3. Кондрат Р. М. Газоконденсатоотдача пластов. - Москва: Недра, 1992. - 255с. 4. Резуненко В. И., Борисовец И. И., Остапенко А. Ф. и др. Сайклинг-процесс на Новотроицком месторождении // Газовая промышленность. - 1993. - № 11. - С. 12 - 14. 5. Фык И. М. К вопросу охвата вытеснением при сайклинг-процессе // Нефтяная и газовая промышленность. - 1991. - № 3. - С. 33-34. 6. Григорьев В. С. Прогнозирование углеводородоотдачи пластов // Газовая промышленность. - 1990. - № 6. - С. 45 - 47. 6. Гвоздев Б. П., Гриценко А. И., Корнилов А. Е. Эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений: Спр. пос. - Москва: Недра, 1988. - 575с. 7. Саркисов Р. М., Пешкин М. А., Бикман Е. С. Обработка призабойной зоны газоконденсатных скважин диоксидом углерода // Нефтяная и газовая промышленность. - 1989. - №1. - С. 33-35. 8. Фик И. М. Спосіб запобігання випаданню конденсату в пласті // Нафтова і газова промисловість. - 1997. - №3. - С. 21-23.