

## **РОЗРОБКА ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВИХ СИСТЕМ ПІДТРИМАННЯ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ**

**І. М. Фук**

*УкрНДІгаз, Харків*

*Надійшла до редакції 23.08.05*

---

**Резюме:** Сучасні технології розробки газоконденсатних родовищ з високим питомим вмістом конденсату шляхом підтримання пластового тиску не забезпечують повного вилучення конденсату з надр. Від 30 до 55 % запасів конденсату, навіть при розробці у режимі сайклінг-процесу можуть бути не вилучені з пласта. Саме цей конденсат є об'єктом досліджень з точки зору підвищення коефіцієнта кінцевого вуглеводневилучення. Запропоновані нові різновиди систем розробки газоконденсатних родовищ з підтриманням пластового тиску спрямовані на більш повне вилучення конденсату з надр. Розроблено способи регулювання сайклінг-процесу, способи активної дії на газоконденсатний пласт, способи підтримання пластового тиску шляхом перепуску сухого газу, способи розробки нафтових об'ємів і конденсатних валів у газоконденсатних родовищах. Вивчено вплив параметрів нафтогазоконденсатного пласта на ефективність розробки. За рахунок впровадження нових технологічних процесів і різновидів підтримання пластового тиску можливе збільшення конденсатовилучення з покладів на 3–20 % у залежності від геологічної специфіки газоконденсатних покладів.

**Ключові слова:** пластовий тиск, сайклінг-процес, витіснення газу, випадання конденсату.

### **И. М. Фук. РАЗРАБОТКА ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ.**

**Резюме:** Современные технологии разработки газоконденсатных месторождений с высоким удельным содержанием конденсата путем поддержания пластового давления не обеспечивают полное извлечение конденсата из недр. От 30 до 55 % запасов конденсата, даже при разработке в режиме сайклинг-процесса могут быть не извлечены из пласта. Именно этот конденсат является объектом исследований с точки зрения повышения коэффициента конечного углеводородоизвлечения. Предложены новые разновидности систем разработки газоконденсатных месторождений с поддержанием пластового давления, направленные на более полное извлечение конденсата из недр. Разработаны способы регулирования сайклинг-процесса, способы активного действия на газоконденсатный пласт, способы поддержания пластового давления путем перепуска сухого газа, способы разработки нефтяных окаймлений и конденсатных валов в газоконденсатных месторождениях. Изучено влияние параметров нефтегазоконденсатного пласта на эффективность разработки. За счет внедрения новых технологических процессов и разновидностей поддержания пластового давления возможно увеличение конденсатоизвлечения из залежей на 3–20 % в зависимости от геологической специфики газоконденсатных залежей.

**Ключевые слова:** пластовое давление, сайклинг-процесс, вытеснение газа, выпадение конденсата.

### I. M. Fyk. THE DEVELOPMENT OF GAS-CONDENSATE FIELDS WITH USE OF THE NEW FORMATION PRESSURE MAINTENANCE SYSTEMS.

**Abstract:** The modern technologies of the development of gas-condensate fields with a high specific content of condensate by means of formation pressure maintenance do not provide complete condensate recovery from the core. From 30 to 55 % of condensate reserves despite of the development in a mode of cycling process can be unrecovered from a formation. This condensate is a subject for researches from the point of increase of a hydrocarbon recovery final ratio. The new types of the field development systems for the gas-condensate fields with reservoir pressure maintenance directed to more complete recovery of condensate from the core are offered. The new ways for controlling the mode of a cycling process, some efficient methods on a gas-condensate formation as well as methods of formation pressure maintenance by means of bypassing dry gas and the ways of a development of oil edge and condensate bank are worked out. The influencing parameters of an oil-gas and condensate formation on the efficiency of a development are studied. At the expense of an introduction of some new technological procedures and types of formation pressure maintenance the increase of the recovery of condensate from the reservoirs from 3 to 20 % depending on a geologic peculiarity of gas-condensate reservoirs is possible.

**Keywords:** formation pressure, cycling-process, gas displacement, precipitation of condensate.

Станом на 01.01.2003 р. в Україні було відкрито 324 родовища, з них 53 нафтових, 89 газових, 75 нафтогазоконденсатних і 107 газоконденсатних. Таким чином, з 324 родовищ 182, тобто 56,2 %, становлять родовища, що мають підвищений вміст конденсату у пластовому газі і можуть бути об'єктами особливої уваги щодо збільшення газоконденсатовилучення з пласта [1].

Середній вміст конденсату на одиницю вільного газу в газоконденсатних родовищах України збільшився з 96 г/м<sup>3</sup> у 1974 р. до 180 г/м<sup>3</sup> у 1998–2003 рр., що у поєднанні із залишковими запасами конденсату 51,1 млн т створює необхідні ресурсні передумови для подальшої розробки і впровадження нових технологій підвищення коефіцієнта вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ.

Видобуток конденсату в Україні, починаючи з 90-х років, відносно стабілізувався і навіть з 1993 р. почав збільшуватися за рахунок введення у розробку нових родовищ, відкритих раніше, а також застосування сайклінг-процесу на Новотроїцькому, Тимофіївському, Котелевському та Куличихінському родовищах.

Підтримання пластового тиску (сайклінг-процес, перепуск) в газоконденсатних покла-

дах може здійснюватися шляхом закачування відсепарованого (сухого) природного газу.

У теорії та практиці розробки газоконденсатних покладів шляхом закачування сухого газу виділяють декілька модифікацій сайклінг-процесу:

- повний сайклінг-процес, коли у пласт закачується весь відсепарований газ і у процесі розробки підтримується сталий пластовий тиск;
- частковий сайклінг-процес, коли у пласт закачується лише частина відсепарованого газу і розробка покладу здійснюється зі зниженням пластового тиску, при цьому частина газу подається споживачеві;
- ступінчастий сайклінг-процес, коли виснаження чергується з повним сайклінг-процесом на заданих рівнях пластових тисків;
- сайклінг-процес з попереднім зниженням пластового тиску;
- сайклінг-процес з попереднім підняттям пластового тиску;
- перепуск високонапірного сухого газу з газових покладів у газоконденсатні (можливі всі варіанти, як при сайклінг-процесі) [2].

Однак 30–35 % запасів конденсату, навіть при розробці газоконденсатних родовищ у режимі сайклінг-процесу, можуть бути не вилученими з пласта. Саме цей конденсат є об'єктом досліджень з точки зору підвищення коефіцієнта вуглеводневилучення з метою максимального вилучення конденсату з надр.

В УкрНДІгазу розроблено нові і вдосконалено відомі способи розробки газоконденсатних родовищ з підтриманням пластового тиску, які класифіковані за єдністю цілей і шляхів їх досягнення таким чином [3, 4]:

- способи регулювання сайклінг-процесу, спрямовані на збільшення коефіцієнта охоплення пластів витісненням пластового газу сухим ( $K_{\text{ох}}$ ) при сайклінг-процесі;
- способи активної дії на газоконденсатний пласт, що знижують втрати конденсату у привибійних зонах і депресійних воронках свердловин;
- способи підтримання пластового тиску за рахунок перепуску високонапірного газу або води;
- способи дорозробки виснажених газоконденсатних родовищ і конденсатних валів.

Метою регулювання сайклінг-процесу є забезпечення одночасного прориву сухого газу у видобувні свердловини. Запропоновано декілька способів розв'язання проблеми на прикладі двох пластів високої і низької проникності.

**Перший спосіб.** Пропонуються два варіанти розв'язання проблеми збільшення репресії та депресії на низькопроникний пласт з метою забезпечення одночасного прориву сухого газу у видобувні свердловини як по високо-, так і низькопроникному пласту.

Перший варіант – це використання двоярядних ліфтів і пакерної системи для одночасної роздільної експлуатації двох пластів.

При цьому можуть задаватися будь-які репресії та депресії окремо на кожний пласт.

Другий варіант – це попередня розробка низькопроникного пласта на виснаження з метою зниження пластового тиску в ньому на величину, що забезпечить у подальшому при розробці обох пластів у режимі сайклінг-процесу різні репресії і депресії та, як наслідок, призведе до одночасного прориву сухого газу в обох пластах у газовидобувні свердловини.

Одержано співвідношення для величини зведеного зниженого тиску ( $\bar{P}_{\text{зн}}$ ) у пласті з погіршеними колекторськими властивостями:

$$\bar{P}_{\text{зн}} = \sqrt{\bar{P}_{\text{в}}^2 - \frac{\mu_2 m_2 k_1}{\mu_1 m_1 k_2} (\bar{P}_{\text{в}}^2 - \bar{P}_{\text{о}}^2)}. \quad (1)$$

З формули (1) виходить, що досягнення однакового коефіцієнта охоплення витісненням пластового газу сухим у двох пластах можливе, якщо виконується співвідношення

$$\frac{\mu_2 m_2 k_1}{\mu_1 m_1 k_2} \leq \frac{P_{\text{в}}^2 - P_{\text{зн}}^2}{P_{\text{в}}^2 - P_{\text{о}}^2}, \quad (2)$$

де  $m_1, m_2, \mu_1, \mu_2$  – коефіцієнти динамічної пористості та в'язкості газу для високо- і низькопроникного пластів відповідно;  $k_1, k_2$  – проникність відповідно високо- і низькопроникного пластів;  $\bar{P}_{\text{о}}$  – зведений початковий пластовий тиск;  $\bar{P}_{\text{в}}$  – зведений тиск на вибоях нагнітальних свердловин.

**Другий спосіб.** Фронт витіснення сирого газу сухим вирівнюють послідовним включенням у процес витіснення пластів спочатку з низькою, а потім з більшою проникністю. При цьому час, через який дорозкривають перфорацією групу пластів з більшою проникністю у видобувних свердловинах, дорівнює  $t_1 - t_2$  або  $t_1 - t_3$ , або ...  $t_1 - t_n$ , де  $t_1$  – час допроривного проходження сухого газу від нагнітальної свердловини до видобувної у низькопроникному пласті;  $t_2, t_3, \dots, t_n$  – час допроривного проходження сухого газу по інших пластах з вищою проникністю.

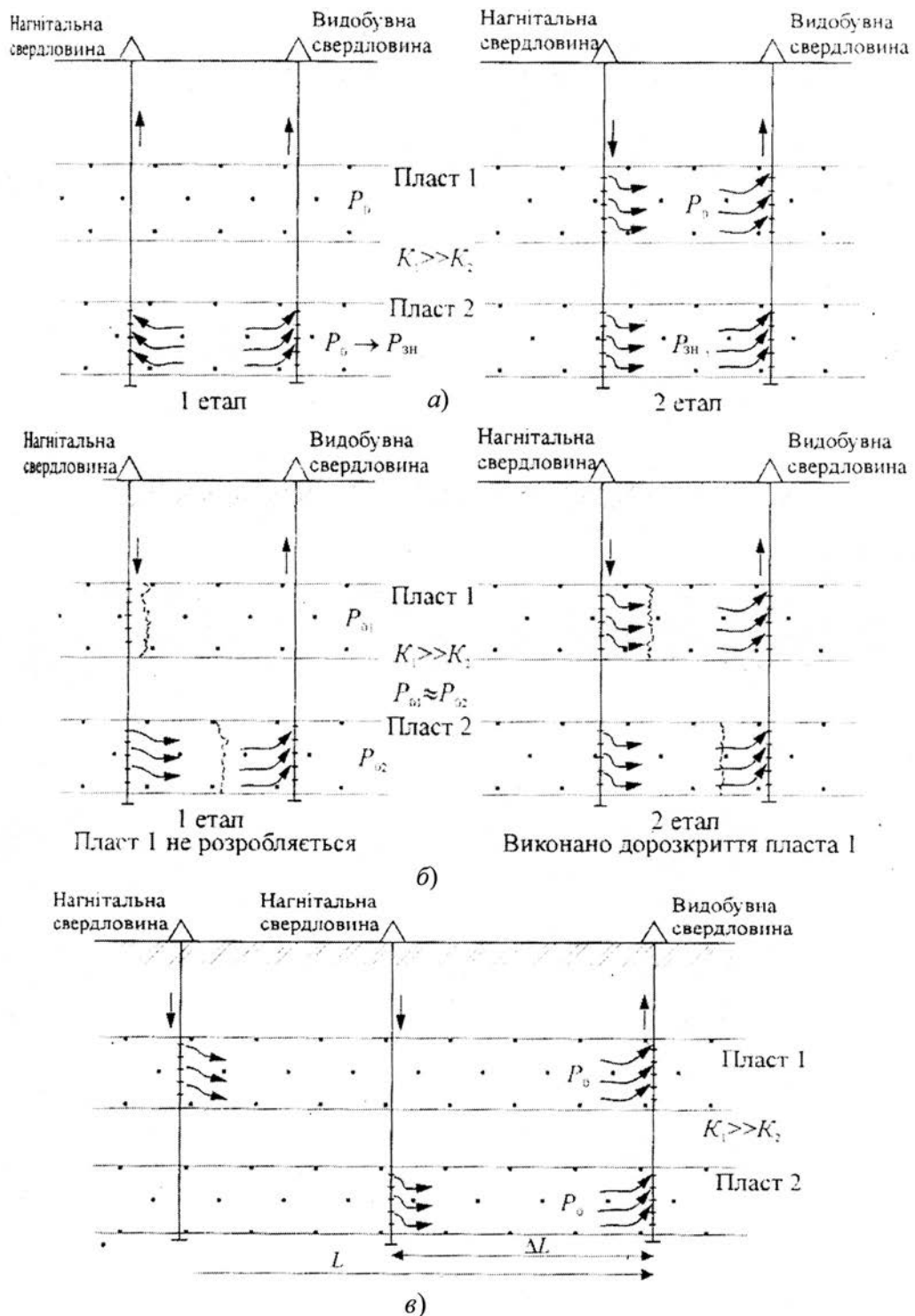


Рис. 1. Схеми здійснення нових модифікацій сайклінг-процесу: із зниженням пластового тиску в низькопроникному пласті (а), з послідовним включенням пластів у процес витіснення (б), із спеціальною сіткою свердловин (в)

Третій спосіб. Фронт витіснення сирого газу сухим вирівнюють на момент прориву сухого газу у видобувні свердловини за рахунок того, що на високо- і низькопроникні пласти бурять окремі сітки нагнітальних свердловин.

Якщо визначитися з часом проходження сухого газу по високопроникному пласту  $t_1$  при відстані між нагнітальними і видобувними свердловинами  $L$ , то можна розрахувати  $\Delta L$  – відстань між нагнітальними і видобувними свердловинами для низькопроникного пласта, яка визначається із співвідношення

$$\Delta L = L \sqrt{\frac{\mu_1 m_1 k_2}{\mu_2 m_2 k_1}}. \quad (3)$$

Для реалізації способу слід до початку сайклінг-процесу створити необхідну експлуатаційну сітку свердловин з урахуванням формули (3), яка складатиметься з двох рядів нагнітальних і одного ряду видобувних свердловин. На рисунку 1 наведено принципову схему здійснення нових модифікацій сайклінг-процесу.

Четвертий спосіб. Для залучення низькопроникного пласта до сайклінг-процесу при його контакті з високопроникним запропоновано застосувати комбіновану систему розробки, яка включає циклічне чергування сайклінг-процесу і розробки на виснаження (ступінчастий сайклінг-процес). Спочатку розробляють газоконденсатний поклад у режимі сайклінг-процесу при сталому пластовому тиску. Після прориву сухого газу у видобувні свердловини нагнітання сухого газу припиняють і розробляють поклад на виснаження видобувними свердловинами, знижуючи пластовий тиск на величину ( $\Delta \bar{P}$ ), яка визначається із співвідношення

$$\Delta \bar{P} = K_{ox} \bar{P}_o \left( 1 - \frac{m_2 k_1}{m_1 k_2} \right). \quad (4)$$

Далі продовжують розробку із застосуванням сайклінг-процесу при зниженому пла-

стовому тиску до чергового прориву сухого газу у видобувні свердловини. Після повторного прориву сухого газу у видобувні свердловини здійснюють другий ступінь процесу зниження пластового тиску.

П'ятий спосіб. Запропоновано технологію збільшення коефіцієнта охоплення витісненням у мікроструктурі порового простору [4].

Для того, щоб газ у застійній зоні мікроструктури порового простору був охоплений витісненням, необхідно його перемістити до зони фільтрації за допомогою часткового зниження пластового тиску після прориву сухого газу у видобувні свердловини. По суті, слід застосувати ступінчастий сайклінг-процес на рівні мікроструктури порового простору. Після прориву сухого газу конденсатний фактор різко падає, особливо у більш однорідних покладах. Щоб його підняти до заданої економічно рентабельної величини, необхідно знизити пластовий тиск для переміщення сирого газу із застійного у фільтруючий поровий простір, а потім повторити сайклінг-процес. Величину зниження пластового тиску  $\Delta \bar{P}$  можна визначити із співвідношення

$$\Delta \bar{P} = \frac{\bar{P}_{пл} q_p (K_r - K_{з.г})}{K_{з.г} (q_{пл} - q_p) + q_p K_r}, \quad (5)$$

де  $\bar{P}_{пл}$  – зведений пластовий тиск у покладі на момент прориву сухого газу;  $q_{пл}$  – вміст конденсату у пластовому газі;  $q_p$  – економічно рентабельний вміст конденсату у газі, що видобувається;  $K_r$ ,  $K_{з.г}$  – коефіцієнти початкової та залишкової газонасиченості, яка не бере участі у фільтрації газу у пористому середовищі за сталого пластового тиску.

Використовуючи співвідношення (5) і технологію ступінчастого сайклінг-процесу, можна значно збільшити  $K_{ox}$  як у макро-, так і у мікроструктурі пластів, підвищити ефективність систем розробки з підтриманням пластового тиску, видобути додаткову кількість конденсату при тих же енерговитратах,

## Інновації при видобуванні та транспортуванні природного газу

забезпечити попередній видобуток газу у період сайклінг-процесу.

Вивчено можливість і запропоновано технологію запобігання випаданню конденсату у пласті при умові [5]

$$P_v \geq P_{пк}, \quad (6)$$

де  $P_v$ ,  $P_{пк}$  – вибійний тиск та тиск початку конденсації.

Якщо пластовий тиск ( $P_{пл}$ ) більший, ніж ( $P_{пк}$ ), то запобігання випаданню конденсату у пласті забезпечується умовою

$$\Delta P \leq (P_{пл} - P_{пк}), \quad (7)$$

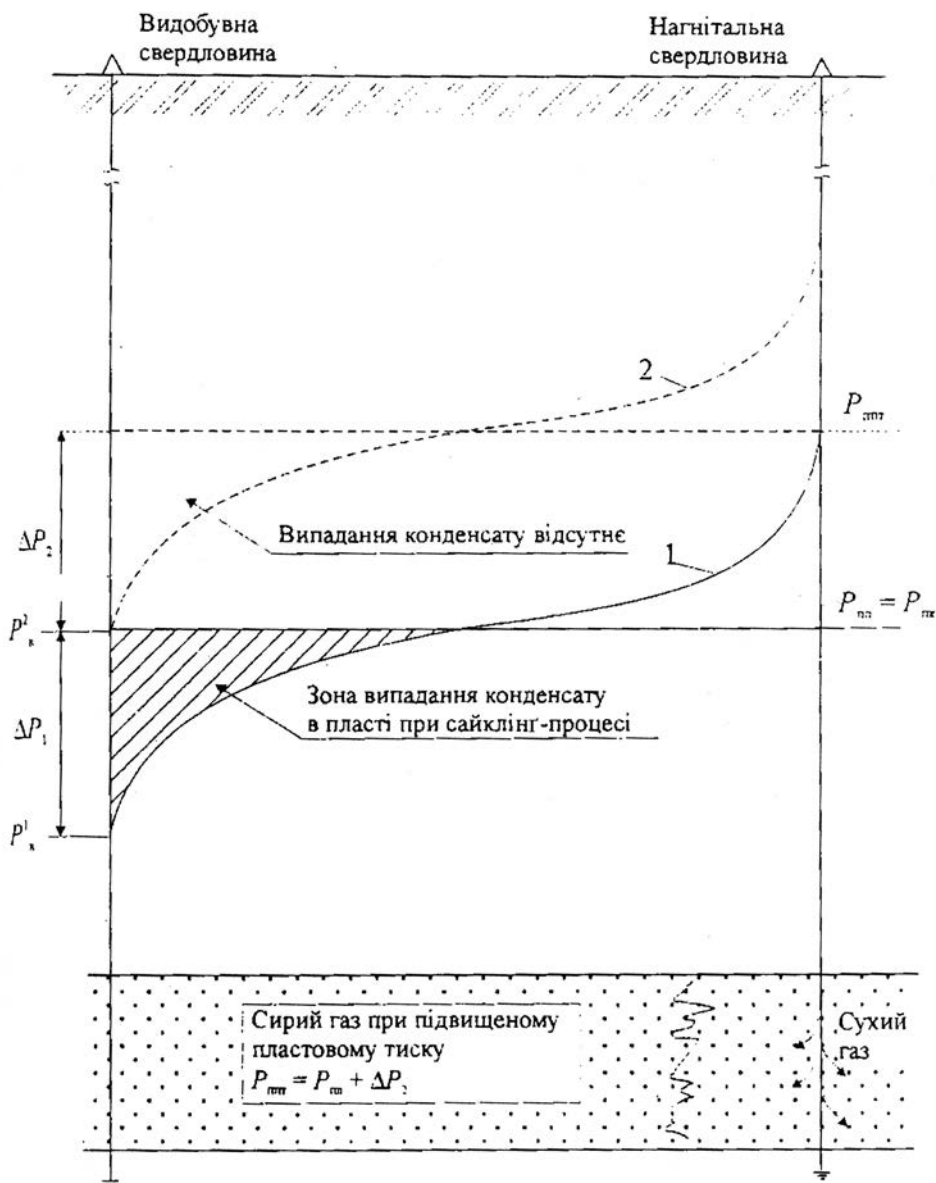


Рис. 2. Схема розподілу тиску між видобувними і нагнітальними свердловинами: при звичайному сайклінг-процесі (крива 1), при сайклінг-процесі після підняття пластового тиску (крива 2)

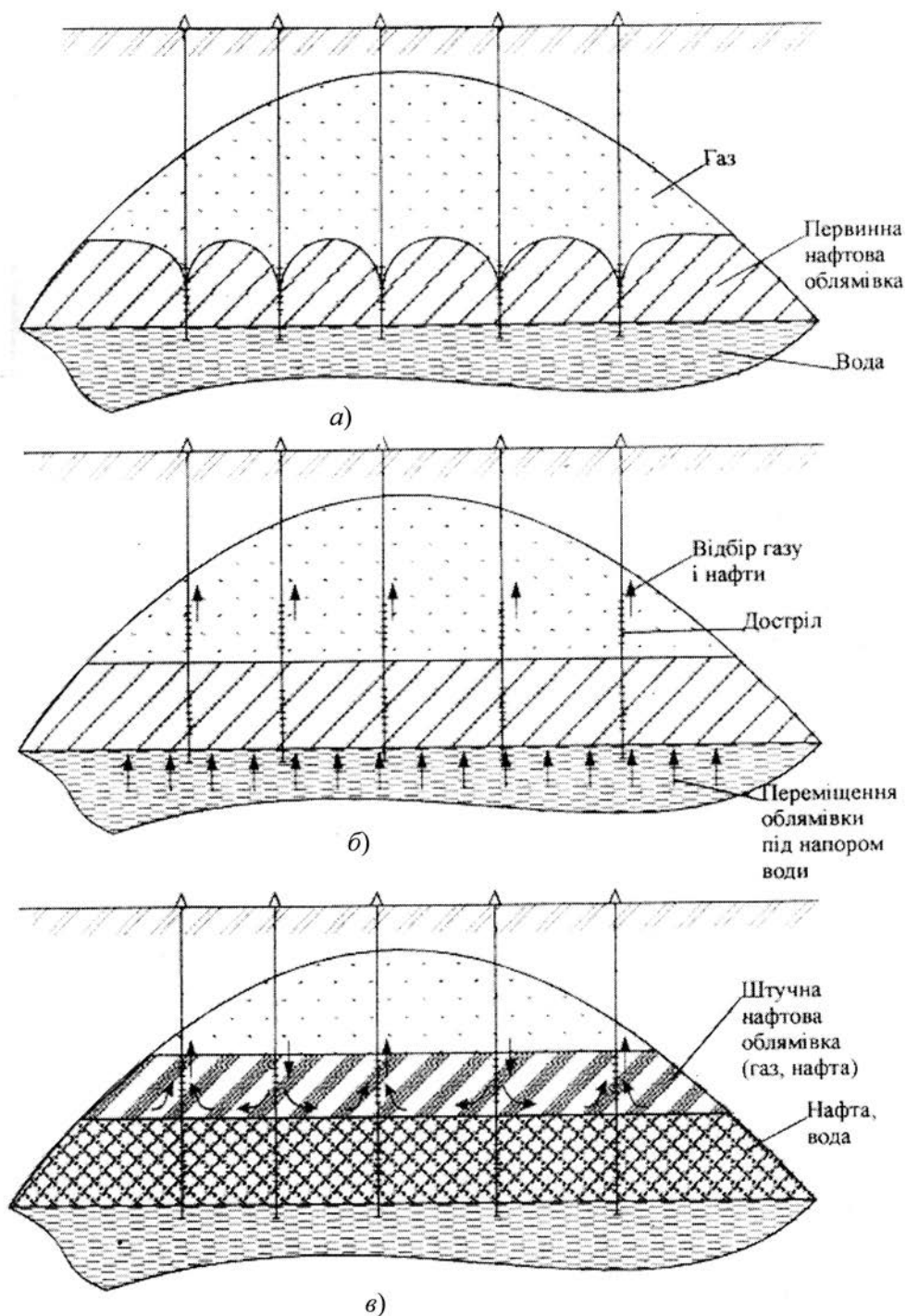


Рис. 3. Принципова схема розробки нафтової облямівки в газоконденсатному покладі з її зміщенням у газову частину покладу в умовах активної водонапірної системи і сайклінг-процесу: початковий стан (а); розробка газоконденсатної частини покладу (б); розробка зміщеної нафтової облямівки у режимі сайклінг-процесу (в)

де  $\Delta P$  – депресія на пласт у видобувних свердловинах.

Аналіз співвідношення (7) дає можливість зробити висновок, що запобігти випаданню конденсату у привибійній зоні можна двома шляхами:

- перший – знизити тиск початку конденсації;
- другий – підвищити пластовий тиск у газоконденсатній системі покладу.

Перший шлях практично неможливий, тому що не можна вплинути на склад газоконденсатної системи по всьому об'єму покладу.

Другий шлях – підвищення пластового тиску в газоконденсатному покладі до початку розробки – за певних умов може вважатися цілком можливим. При цьому пластовий тиск у покладі до початку сайклінг-процесу необхідно збільшити на величину депресії на пласт  $\Delta P$ , щоб виконувались умови [6]:

$$P_{\text{пт}} > P_{\text{нк}} \leq P_{\text{в}}, \quad (8)$$

$$\Delta P \leq P_{\text{пт}} - P_{\text{в}}, \quad (9)$$

де  $P_{\text{пт}}$  – підвищений пластовий тиск.

На рисунку 2 наведено принципову схему розподілу тиску між видобувними і нагнітальними свердловинами в умовах попередження випадання конденсату в пласті.

Перспективним є спосіб розробки газоконденсатних покладів з підтриманням пластового тиску шляхом перепуску в них сухого газу з інших покладів з підвищеним пластовим тиском [7].

Переваги системи розробки з перепуском газу у порівнянні з системою розробки у режимі сайклінг-процесу полягають у такому:

- значно менші капітальні затрати на облаштування родовища;
- відпадає необхідність консервації значної частини запасів газу;
- немає потреби будувати компресорну станцію.

При цьому до покладів, з яких здійснюється перепуск газу, ставляться такі вимоги:

- невеликий вміст конденсату у пластовому газі;
- високий пластовий тиск, значно вищий, ніж у газоконденсатному покладі, куди здійснюється перепуск;
- значні запаси газу, що забезпечує невисокий темп зниження тиску у процесі перепуску.

Запропоновано вплив початкових запасів і пластових тисків на ефективність розробки покладу розглядати у комплексі як співвідношення параметрів  $\frac{Q_2 \cdot P_2}{Q_1 \cdot P_1}$ ; чим більше це співвідношення, тим вищою буде ефективність розробки з перепуском газу. При цьому  $Q_1, P_1$  – запаси і пластовий тиск газоконденсатного покладу,  $Q_2, P_2$  – газового покладу.

Досліджено можливість і доведено високу ефективність повторного використання енергії сухого газу покладу, що пройшов стадію сайклінг-процесу, шляхом перепуску його у виснажені газоконденсатні поклади на прикладі Тимофіївського НГКР (гор. Т-1 і В-16, В-17).

Розглянуто можливість підвищення коефіцієнта конденсатовилучення з пласта за рахунок використання нового способу розробки конденсатних валів газоконденсатних родовищ, на яких спостерігається прояв водонапірного режиму. Розробка газоконденсатного покладу на виснаження з проявом водонапірного режиму призводить, з одного боку, до випадання конденсату у пласті, з іншого – за рахунок надходження у поклад пластової води формується конденсатний вал попереду фронту обводнення. В принципі таким валом може бути і нафтова облямівка.

На рисунку 3 наведено принципову схему розробки нафтової облямівки в газоконденсатному покладі з її зміщенням у газову



частину покладу в умовах активного водонапірного режиму і сайклінг-процесу.

Запропонований спосіб розробки конденсатного вала (нафтової облямівки) передбачає регулювання переміщення його за рахунок чергування часткового і повного сайклінг-процесів або виснаження і сайклінг-процесу.

При цьому видобувні свердловини розташовують за певною системою, яка передбачає експлуатацію конденсатного вала у період його стабілізації на рівні інтервалів перфорації за рахунок переходу на режим розробки з підтриманням постійного пластового тиску в газоконденсатному покладі.

### ВИСНОВКИ

За результатами наведених досліджень вище описаних способів регулювання на прикладі моделі покладу з двох пластів встановлено:

1. Для різнопроникних газоконденсатних пластів, розділених непроникною перетинкою, можливе вирівнювання фронту витіснення сирого газу сухим такими шляхами:
  - перший – збільшення репресій та депресій на низькопроникні пласти з метою наближення швидкості проходження фронту витіснення сирого газу сухим у них до швидкості у високопроникних пластах за допомогою одночасно-роздільної експлуатації;
  - другий – попередня (до початку сайклінг-процесу) розробка низькопроникного пласта на виснаження зі зниженням пластового тиску в ньому до величини  $\bar{P}_{ci}$ , що вирівнює швидкість проходження газу в обох пластах за рахунок різної депресії на пласти; вивчення впливу відношення ємнісно-фільтраційних параметрів пластів  $m_2/m_1$  та  $K_1/K_2$  на величину зниження пластового тиску в низькопроникному колекторі показало, що з їх збільшенням зменшується величина поточно-

го пластового тиску, до якого необхідно виснажити низькопроникний пласт, щоб забезпечити одночасний прорив сухого газу у видобувні свердловини в обох пластах;

- третій – вирівнювання фронту витіснення пластового газу сухим на момент прориву сухого газу у видобувні свердловини послідовним підключенням у процес витіснення пластів спочатку з низькою, а потім послідовно з усе більшою проникністю;
  - четвертий – рівномірність охоплення витісненням пластового газу сухим забезпечується бурінням окремих сіток нагнітальних свердловин на високо- і низькопроникні пласти, при цьому найбільший вплив на розміщення свердловин має відносний фізичний параметр  $K_2/K_1$ .
2. Для різнопроникних, контактуючих пластів вивчено можливість збільшення конденсатовилучення шляхом поєднання сайклінг-процесу і виснаження, обґрунтовано, що після прориву сухого газу у видобувні свердловини слід перейти на часткове виснаження газоконденсатного покладу зі зниженням пластового тиску на величину  $\Delta\bar{P}$ , яка зростає зі збільшенням як  $m_2/m_1$ , так і  $K_1/K_2$ , цей зв'язок має лінійний характер.
  3. Обґрунтовано можливість збільшення коефіцієнта охоплення витісненням пластового газу сухим у мікроструктурі порового простору за рахунок зниження пластового тиску на величину  $\Delta\bar{P}$ ; встановлено, що величина зниження пластового тиску  $\Delta\bar{P}$  перебуває у прямій залежності від рентабельного вмісту конденсату, що видобувається, і в оберненій – від початкового вмісту конденсату.

Узагальненням нових патентозахищених технологій і досліджень УкрНДІгазу у на-

прямку підвищення конденсатовилучення, на основі вивчення (як на рівні макроструктури газоконденсатного покладу, так і мікроструктури порового простору) коефіцієнта охоплення витісненням пластового газу сухим, стала нова модифікація сайклінг-процесу – ступінчастий сайклінг-процес, який за рахунок чергування повного сайклінг-процесу і виснаження істотно підвищує ефективність розробки газоконденсатного родовища.

Вперше запропоновано патенто захищений і науково обґрунтований спосіб розробки газоконденсатного покладу з попереднім підняттям пластового тиску шляхом закачування сухого газу в нагнітальні свердловини, до початку сайклінг-процесу, на величину депресії на пласт у видобувних свердловинах.

На основі запропонованого пакету нових технологій розробки газоконденсатних родовищ з перепуском газу вивчено вплив геологічних і технологічних параметрів на ефективність розробки та встановлено, що:

- чим менше відношення початкових запасів і пластових тисків у газоконденсатному покладі до початкових запасів і пластових тисків у високонапірному покладі, тим більшим буде коефіцієнт вуглеводневилучення;
- чим більший вміст конденсату в газоконденсатному покладі і чим менший – у високонапірному, тим більша ефективність розробки родовища в цілому;
- фільтраційно-ємнісні властивості обох покладів у прямій залежності впливають на ефективність розробки газоконденсатного родовища.

Досліджено питання повторного використання енергії сухого газу покладу, що пройшов стадію сайклінг-процесу, шляхом перепуску його у виснажені газоконденсатні поклади; показано, що особливості перепуску сухого газу у виснажений газоконденсатний поклад ґрунтуються на наступних умовах:

- наявності високонапірного газового покладу в розрізі газоконденсатного родовища або поблизу нього;
- можливості організації перепуску, виходячи із співвідношень запасів газу, пластових тисків;
- питомого вмісту конденсату в газі, фільтраційно-ємнісних властивостях покладів, глибин залягання газоконденсатного і високонапірного газового покладів;
- попередньому виснаженні одного з покладів у той час, як інший розробляється з підтриманням пластового тиску.

Розроблено новий спосіб розробки конденсатних валів і нафтових облямівок газоконденсатних родовищ в умовах активної водонапірної системи і сайклінг-процесу, підтверджена його працездатність у промислових умовах на прикладі Новотроїцького і Тимофіївського газоконденсатних родовищ, науково обґрунтовано технології його реалізації шляхом стабілізації конденсатних валів (і нафтових облямівок) на рівні вибоїв видобувних свердловин, що досягається чергуванням сайклінг-процесу і водонапірного режиму.

За рахунок впровадження наведених нових технологічних процесів можна збільшити видобуток конденсату на 3–20 %, причому технології мають бути обумовлені перш за все геологічною специфікою газоконденсатних покладів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. **Фик І. М.** Ресурсні передумови підвищення газоконденсатовіддачі родовищ України / Нафт. і газова пром-сть. – 1998. – № 2. – С. 30–31.
2. **Фик І. М.** Нові технології УкрНДІгазу по збільшенню конденсатовилучення газоконденсатних родовищ / Зб. пр. УкрНДІгазу "Питання розвитку газової промисловості України". Вип. XXXII. – 2004. – С. 183–189.
3. **Фик І. М.** Геолого-фізичні передумови і технології регулювання сайклінг-процесу / Нафт. і газова пром-сть. – 1997. – № 2. – С. 23–24.

## ***Інновації при видобуванні та транспортуванні природного газу***

---

4. **Фик І. М.** Нові модифікації сайклінг-процесу / Тези доп. 5-ї Міжнар. конф. УНГА "Нафта-Газ України – 98". – Полтава, 1998.–С. 83–84.
5. **Фик І. М.** Спосіб запобігання випаданню конденсату в пласті / Нафт. і газова пром-сть.–1997.–№ 3.–С. 21–23.
6. **Фик І. М.** Проектні рішення з новими технологіями на Куличихінському нафтогазоконденсатному родовищі / Нафт. і газова пром-сть.–1997.–№ 5.–С. 25–27.
7. **Фык И. М.** Пути повышения конденсатоотдачи пластов на разрабатываемых месторождениях ВПО "Укргазпром" /И. М. Фык, В. С. Григорьев, Н. А. Дудко и др. // ЭИ ВНИИЭгазпрома. Сер.: Геология, бурение и разработка газовых и морских нефтяных месторождений.–Вып. 2, 1985.–С. 16–19.