

ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ТЕХНОЛОГІЇ ОДНОЧАСНО-РОЗДІЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕКІЛЬКОХ ПЛАСТІВ ОДНІЄЮ СВЕРДЛОВИНОЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

О.Ю.Попівчук, В.Г.Щербина, Ю.Й.Льницький

*Філія Український науково-дослідний інститут природних газів (УкрНДІГаз)
ДК "Укргазвидобування", 61125, м. Харків, Красношкільна наб., 20, тел. (057)7300328,
e-mail: rozrobka@gmail.com*

Виконано рекомендації щодо області застосування (геолого-гідродинамічні, економічні та екологічні засади) технології і техніки одночасно-роздільної експлуатації (ОРЕ) декількох пластів однією свердловиною (в тому числі авторського права). Висловлюється стурбованість у несправедливо малій увазі до згаданої технології в останні роки на родовищах України. Показано обмежуючі фактори, ризики (таблиця верифікації та контрольних перевірок). Обґрунтовано і оцінено технологію ОРЕ на прикладі одного із родовищ України. Надано пропозиції щодо удосконалення нормативної бази

Выполнены рекомендации к области применения (геолого-гидродинамические, экономические и экологические принципы) технологии и техники одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ) нескольких пластов одной скважиной (в том числе и авторского права). Высказывается обеспокоенность несправедливо малым вниманием к упомянутой технологии на месторождениях Украины в последние годы. Показаны ограничивающие факторы и риски (таблица верификации и контрольных проверок). Обоснована и оценена технология ОРЭ на примере одного из месторождений Украины. Даны предложения для усовершенствования нормативной базы.

Recommendations to a field of application (geological-hydrodynamic, economic and ecological foundations) of technology and technique of multi-level reservoir exploitation by same well (including copyright) are realized. This technology has not been used enough in Ukrainian pools last years. It is upset the authors. Limiting factors and risks (a table of verification and control tests) are shown. The technique multi-level reservoir exploitation is founded and estimated for one of Ukrainians fields. Proposals for improvement of the regulations are given.

Найбільш узагальнюючим тлумаченням терміну "одночасно-роздільна експлуатація" (ОРЕ) у нафто- та газовидобуванні є комплекс технічних і технологічних заходів, що уможливають експлуатацію однієї свердловини з не менш ніж двох відокремлених в її стовбурі об'єктів (покладів), різних за характеристиками та/чи властивостями, при забезпеченні контролю за режимами роботи кожного з об'єктів. Існує велика кількість методів і схем ОРЕ, що застосовуються для різних умов експлуатації та використовуюваного обладнання [1-3 та ін.].

Під експлуатацією видобувних свердловин слід розуміти їх використання в технологічних процесах вилучення з покладу продукції пласта (нафти, конденсату, газу, води), нагнітальних процесах закачування робочих агентів (води, газу тощо) з метою підтримування пластового тиску (ППТ), а також утилізації стічних вод.

Технології ОРЕ відомі давно і набули розвитку в світі у 70-х роках минулого століття. В Україні, наприклад, успішно впроваджувався різновид ОРЕ на багатопластовому Пролетарському нафтогазоконденсатному родовищі. Але з ряду причин, в тому числі через відсутність виробничих потужностей для складного в обслуговуванні високотехнологічного устаткування, технології не були доведені до широкомасштабного впровадження та науковою спільнотою майже не розвивалися.

Технології ОРЕ розглядаються у ланцюгу: підвищення продуктивності свердловини – удосконалення системи розробки покладу – підвищення ефективності розробки багатопластового родовища. Ефективність технологій одночасно-роздільної експлуатації свердловин висока, доцільність заперечень не викликає, тому наука і виробництво постійно повертатимуться до даних технологій, до удосконалення техніки, нормативної бази і масового впровадження на нафтогазових промислах.

Адекватність методу на реальному родовищі визначається кількістю і якістю вихідної інформації. Комплекс первинних характеристик, які необхідні для обґрунтування запровадження ОРЕ у свердловині, такий:

- дані ГДС (каротаж), отримані у процесі буріння свердловин (при первинному розкритті експлуатаційних об'єктів), поточні ГДС, геологічна будова родовища (відомості про інтервали розкриття продуктивних пластів, характер насичення, параметри колекторів, профілі припливу та ін., причому беруться до уваги дані по сусідніх свердловинах для знаходження кореляційних залежностей);

- дані досліджень в усталених і неусталених режимах, окремо кожного експлуатаційного об'єкта, енергетичні параметри: пластовий тиск, температура, фізико-хімічні властивості пластових флюїдів (згідно чинних нормативних документів, в процесі розвідувального розбу-

рювання і на стадії дослідно-промислової розробки поклади багатопластового родовища вивчаються окремо у свердловинах (дослідження на індикаторну характеристику, КВТ та ін.), що в комплексі з іншими даними стане надійною основою для подальшого обґрунтування технології ОПЕ чи об'єднання покладів в один об'єкт у випадку сумісності згаданих характеристик);

– запаси вуглеводнів по об'єктах експлуатації, результати поточної дослідно-промислової чи промислової розробки: система (кількість, схема розміщення, співвідношення нагнітальних і видобувних) свердловин, режим експлуатації покладів, активність законтурних вод, поточні відбори, ступінь вироблення запасів, об'єм закачування води по відношенню до відбору рідини та ін.;

– підземний технічний стан свердловини (якість експлуатаційної колони, цементного каменю), конструкція свердловини;

– економічні показники (ціни на продукцію, ціни на необхідні ресурси (електроенергію та ін.), устаткування, собівартість видобування вуглеводнів, сума податків, тощо).

Як згадувалось, варіацій та схем ОПЕ існує велика кількість [4-6 та ін.], на кожен з яких можна скласти таблицю верифікації та контрольних перевірок, є і обмежуючі фактори, ризики. В таблиці 1 узагальнено передумови для можливого впровадження та різновиди ОПЕ з наголошенням на більш новітні технології.

Отже, вирішальним чинником під час впровадження ОПЕ повинно бути зіставлення витрат на обладнання ОПЕ свердловин і прибутку від реалізації додатково видобутих вуглеводнів (або свердловин для утилізації вод, закачування агентів для МПШТ) з традиційними варіантами розробки багатопластового родовища (буріння окремих мереж свердловин, укрупнення об'єктів).

В Україні до багатопластових та багатофазних можна віднести більшість родовищ. Для прикладу розглянемо Ульяновське нафтогазоконденсатне родовище, відкрите у 1999 р., розробку якого розпочато в 2001 р. На родовищі впроваджено систему розробки, за якою насамперед розбурювалися і вводилися в розробку окремими мережами свердловин базисні поклади (якомога нижчі і найбільш продуктивні пласти). Для впровадження ОПЕ обрано свердловину №52, яка розкрила в розрізі два підготовлені до промислового освоєння, добре вивчені поклади башкирського (С_{2b}) ярусу горизонтів Б-7 (на даний час експлуатується) і Б-2 (планується достріляти). Схема ОПЕ свердловини 52 зображена на рисунку 1. Слід зауважити, що обидва об'єкти (Б-2 і Б-7) характеризуються дуже низькою обводненістю продукції, яка корозійно безпечна, тому схему ОПЕ можна спростити (а, отже, і здешевити), експлуатуючи верхній об'єкт через затрунений простір, колони НКТ можна опускати паралельно і концентрично. Об'єкти різняться за колекторськими властивостями та іншими параметрами. Поточний пластовий тиск покладу горизонту Б-7 – 5,72 МПа, а горизонту Б-2 – 12,62 МПа.

Виконано прогностичні технологічні розрахунки показників експлуатації свердловини 52 за умови впровадження ОПЕ з 01.01.2009 р. В результаті загальний достроковий обсяг газу за період 2009-2018 роки складає 141,7 млн.м³; по роках додатковий видобуток газу (в млн.м³) розподіляється так: 2009 р. – 28,3; 2010 р. – 25,2; 2011 р. – 21,3; 2012 р. – 17,5; 2013 р. – 14,2; 2014 р. – 11,4; 2015 р. – 8,9; 2016 р. – 6,7; 2017 р. – 4,8; 2018 р. – 3,4.

Економічна ефективність проведення від заходу обчислена за загальноприйнятою методикою, капітальні вкладення оцінені в розмірі 2,42 млн. гривень та включають витрати на: устаткування (труби НКТ, шлейф, пакер, циркуляційний клапан тощо), перфораційні роботи, освоєння та інше. Результати техніко-економічних розрахунків, наведені в таблиці 2, свідчать, що цілком реальний і обґрунтований захід ОПЕ лише для однієї свердловини родовища характеризується досить високою ефективністю, чистий дохід надкористувача (приведений вільний грошовий потік) за 10 років експлуатації може скласти близько 49 млн.грн. Враховуючи той факт, що на даному родовищі та інших подібних родовищах більшість свердловин "підходить" для впровадження різноманітних схем ОПЕ, виникає стурбованість у несправедливо малій увазі до згаданої технології на всіх родовищах України.

Чинні положення нормативних (регуляторних) документів щодо розробки родовищ нафти і газу стосовно технології ОПЕ здебільшого мають нечітке тлумачення та ускладнюють її впровадження, що може призвести до збільшення розрахункової вартості і зниження прибутковості. Правилами розробки передбачається виконання прямих (глибинних) замірів параметрів роботи окремих покладів (пластових, вибійних тисків та ін.) у ході ОПЕ. У газових покладах з низьким вмістом рідини у продукції ця проблема вирішується простіше, оскільки непрямі (аналітичні) методи з достатньою точністю замінюють прямі. В інших випадках можливе застосування дистанційних датчиків тисків, дебітометрів нового покоління (передавання інформації силовим кабелем), різних рівнемірів. У відносно однорідних покладах можна реалізувати систему розробки, за якою низка присклепінних свердловин підлягають ОПЕ, а ближчі до контура експлуатуються і досліджуються роздільно.

В кожному випадку одночасно-роздільна експлуатація декількох об'єктів однією свердловиною здійснюється тільки після обґрунтування і затвердження у встановленому порядку в проектних та технологічних документах на розробку родовища, за умови застосування змінного устаткування, можливості роздільного обліку продукції, проведення геолого-промислових досліджень, попередження корозії (інгібіторний та ін. захист) та інших ускладнень.

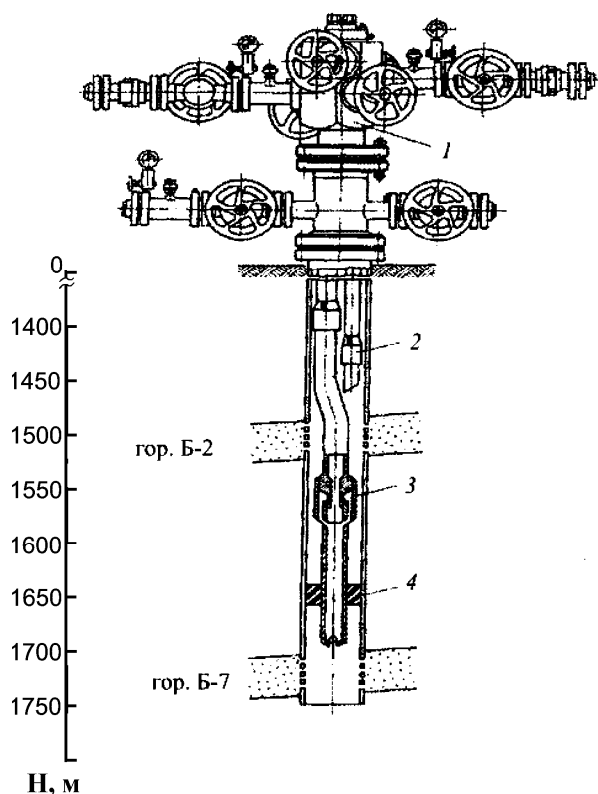
Для надійної і безпечної експлуатації крім усестороннього обґрунтування способу ОПЕ в проектах на розробку для кожної окремої свердловини додатково розробляється і приймається

Таблиця 1 – Рекомендації щодо області застосування та різновиди технологій і техніки для одночасно-роздільної експлуатації свердловин

Передумови для застосування	Характеристика і різновиди ОРЕ
<p>1 Несумісність об'єктів за термобаричними умовами (пластовими тисками температурою), величиною запасів вуглеводнів, активністю законтурних вод, проникністю, збільшення коефіцієнтів вилучення вуглеводнів</p>	<p>Найбільш поширений, рекомендований для прискореного отримання вуглеводнів, рівномірного вироблення покладів, запобігання "відключенню" низькопроникних пластів, некерованих міжпластових перетікань і т. д. (удосконалення системи розробки), найменш затратний та простий спосіб реалізації полягає у розмежуванні двох об'єктів пакером та спускання іншого технологічного обладнання (якір, клапани та ін.); за відсутності агресивного середовища та інших обмежень нижній об'єкт експлуатується через НКТ, верхній (здебільшого продукуючий сухий газ) – по затрубному просторі. Для запобігання впливі середовища на експлуатаційну колону паралельно чи "труба-в-трубу" опускаються колони НКТ. Інші види – комбінація кількості об'єктів, способів видобування/нагнітання, в тому числі механізованих, тощо.</p>
<p>2 Несумісність покладів за фізико-хімічними властивостями пластових флюїдів: густина, в'язкість, фазовий стан (частки газу, нафти і води), тиск насичення, тиск початку конденсації, об'ємний коефіцієнт та ін. (або/і фізико-хімічні властивості робочих агентів під час нагнітання)</p>	<p>Крім простого роздільного видобування чи нагнітання флюїдів з різними характеристиками можна організувати ОРЕ з покращенням властивостей одного об'єкта за рахунок іншого – перепускання і змішування флюїдів до досягнення оптимальних їх властивостей з подальшим винесенням на поверхню. Наприклад, нафту з великим вмістом парафіну з легкою нафтою чи конденсатом, підігрівання нафти флюїдом з нижчезалягаючого високотемпературного пласта тощо. Робочим (витісняючим) агентом може бути рідина, що подається ззовні чи перепускається з іншого об'єкта.</p>
<p>3 Розкриття контактів чи розміщення свердловин поблизу контактів (водоного ВНК; газодного ГВК; газонафтового ГНК)</p>	<p>У свердловинах, що розкрили контакт (в тому числі в межах одного покладу) впроваджується ОРЕ з метою: попередження проривання газу – проводять одночасний регульований відбір з нафтової частини і з газової шапки покладу, створюючи диференційовану дію (різні депресії) на нафтонасичену і газонасичену частини покладу; аналогічно, попередження утворення водяних конусів покладів з підшовною водою – проводять регульований відбір нафти і води, створюючи диференційовану дію на нафтонасичену і водонасичену частини покладу.</p> <p>У разі коли положення контактів відносно свердловини відоме існує можливість встановлення оптимального режиму експлуатації (видобування чи/і нагнітання, перепускання) кожного об'єкта за вибраними гідродинамічними критеріями оптимальності (запобігання передчасному обводненню, проривання газу, рівномірному переміщенню контактів, збільшенню коефіцієнта охоплення дренаванням). У випадку організації ОРЕ близькість до ГВК, ВНК чи ГНК одного об'єкта не впливає на режим експлуатації свердловини з іншого, чого не можливо уникнути у разі сумісної розробки покладів.</p> <p>Цікавим є спосіб, що полягає у гравітаційному розділенні у свердловині рідини на воду, конденсат/нафту, газ і окремому їх вилученні. Цей метод може бути дуже ефективним у низьконапірних, глибоких (де природний чи примусовий газліфт не ефективний – надто високий тиск для компресора) свердловинах з рівнем рідини, обводнених (газ/конденсат/вода або газ/нафта/вода тощо). Тобто роздільний видобуток не тільки ОРЕ двох пластів, а з одного пласта з рівнем рідини у свердловині. Рідина може вилучатися і в природний і механізованим способом (плунжерний, гвинтовий, відцентровий насоси). Виключаються шкідливі для навколишнього середовища і пласта (щадний режим, в якому виключаються циклічні депресії, інтенсифікація обводнення і/чи проривання газу) продування на факел чи в колектор.</p>

Продовження таблиці 1

Передумови для застосування	Характеристика і різновиди ОРЕ
4 Незадовільний технічний стан експлуатаційної колони та низька якість цементного каменю, диференційована дія на різні ділянки свердловини (техніко-технологічні чинники)	Ізоляція негерметичностей експлуатаційної колони, зняття небажаних навантажень на експлуатаційну колону (особливо на свердловинах "старого" фонду). Можливість регулювання відбору з різних ділянок горизонтальної і розгалуженої свердловин.
5 Покращення екологічної ситуації поблизу родовища	Роздільна з видобуванням вуглеводнів/нагнітанням робочих агентів утилізація супутніх промислових вод та газу. Зменшення фонду свердловин у результаті запровадження ОРЕ значно знижує вплив на навколишнє середовище, оскільки одним з основних потенційних джерел забруднення повітря, води, ґрунтів та ін., навантаження на флору і фауну у процесі буріння і в ході експлуатації є приповерхнева зона свердловин, кількість яких у ході ОРЕ зменшується.
6 Покращення економічних чинників, прискорене отримання вуглеводневої сировини, залучення в розробку непромислових запасів вуглеводнів і т. д. – підвищення ефективності розробки родовища	Загалом технологія ОРЕ дає змогу пропорційно до кількості додаткових об'єктів експлуатації в одній свердловині скорочувати капітальні вкладення на буріння додаткових свердловин, на придбання наземного обладнання, облаштування промислу. Також значно скорочуються експлуатаційні витрати, збільшується коефіцієнт використання фонду свердловин та ін. Навіть у близьких за тиском та ін. покладах після укрупнення об'єктів у свердловині дебіт кількох покладів здебільшого на 20-40% нижчий при сумісному розкритті, ніж сума дебітів свердловин у процесі їх роздільної експлуатації.



1 – фонтанна арматура; 2 – різні кільця;
3 – циркуляційний клапан; 4 – пакер

Рисунок 1 — Схема конструкції свердловини 52 у ході ОРЕ

спеціальною комісією (із залученням виробників, проєктантів, представників контролюючих органів (Держгірпромнагляду)):

- розрахунок оптимальної продуктивності і пластового тиску кожного пласта;
- критерії оптимізації режиму роботи кожного з пластів, що розкриваються свердловиною (за фактичними даними);
- підбір компоновки (комплектація внутрішньосвердловинного устаткування що підлягає заміні), а також складається регламент щодо спускання і встановлення пакерної установки і технологічного обладнання;
- зазначаються види і періодичність досліджень, проведення обліку продукції (нафти, газу і води), що вибувається з кожного пласта;
- плани ремонту свердловини з урахуванням різниці між тисками експлуатаційних об'єктів, пластів та ін.

Слід зауважити, що на сьогодні все ще відчувається дефіцит деяких видів вітчизняного устаткування і новітніх технологій для ОРЕ, а закордонні невиправдано дорогі.

Тому, враховуючи високу ефективність технології ОРЕ та те, що більшість нафтових, газових, газоконденсатних і багатофазових родовищ України є багатопластовими, вважається за необхідне:

- зобов'язувати проєктні організації розглядати варіанти з ОРЕ під час проєктування розробки родовищ;
- ініціювати удосконалення і розширення існуючої нормативної бази з метою широкого запровадження технологій ОРЕ надкористу-

Таблиця 2 – Основні техніко-економічні показники експлуатації свердловини №52 Ульяновського родовища

ПОКАЗНИКИ	ЗНАЧЕННЯ
Період розробки, що розглядається, роки	2009-2018
Видобуток газу за період, що розглядається, млн.м ³	141,70
Капіталовкладення, млн. грн.	2,42
Експлуатаційні витрати, млн. грн.	13,28
Чиста виручка від реалізації продукції, млн. грн.	103,48
Чистий прибуток, млн. грн.	67,65
Вільний грошовий потік, млн. грн.	69,73
Приведений вільний грошовий потік, млн. грн.	49,45
Термін окупності вкладень, рік	на 1 році (2009 р.)
Податки і збори до бюджету (дохід держави), млн. грн.	80,97

вачами та зняття надмірного регуляторного тягаря;

– вітчизняним підприємствам та науковцям налагоджувати серійний випуск устаткування та ініціювати розроблення технологій, потрібних для ОРЕ.

Очікуваний ефект від згаданих інновацій – збільшення обсягів видобутку вуглеводнів, як однієї з стратегічних задач нафтогазовидобувного комплексу та, відповідно, підвищення прибутковості нафтогазовидобувних підприємств.

Література

1 Максutow P.A., Доброскок Б.Е., Зайцев Ю.В. Одновременная раздельная эксплуатация многопластовых нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1974. – 95 с.

2 Бойко В.С. Розробка та експлуатація нафтових родовищ: Підручник. – 3-є доповнене видання. – К.: Реал-Принт, 2004. – 695 с.

3 Справочник по нефтепромысловому оборудованию / Под ред. Е. И. Бухаленко. – М.: Недра, 1983. – 399 с.

4 Пат. 2211311 Россия, МПК 7 E21B43/14. Способ одновременно-раздельной разработки нескольких эксплуатационных объектов и скважинная установка для его реализации/ Леонов В.А.; Шарифов Махир Зафар оглы и др. – Оpubл. 2004.04.27, Бюл. № 12/2004.

5 Пат. 2297518 Россия, МПК E21B 43/00. Способ эксплуатации скважины/ Хисамов Р.С., Евдокимов А. М. и др. – Оpubл. 2007.04.20, Бюл. № 2006125584/03.

6 Пат. 2262586 Россия, МПК 7 E21B43/12, E21B34/06. Скважинная установка для одновременно-раздельной и поочередной эксплуатации нескольких пластов одной скважиной/ Шарифов Махир Зафар Оглы, Леонов В.А., Ужаков В.В., Красноперов В.Т., Кузнецов Н.Н. и др. – Оpubл. 2005.10.20, Бюл. № 2003116852/03.

Рекомендовано до друку Оргкомітетом науково-технічної конференції молодих вчених "Техніка і прогресивні технології у нафтогазовій інженерії", яка відбулася в ІФНТУНГ 16-20 вересня 2008 р.