

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОХІМІЧНИХ ІНДИКАТОРІВ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ СПОСОБУ РОЗРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ

О. Г. Голуб

Н. В. Сіра

кандидат геологічних наук

В. Т. Мельник

ДП НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр»,
36019, м. Полтава, вул. Маршала Бірюзова 53

А. М. Ковтунович

Геофізичне управління «Укргазпромгеофізика»

Визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюється експериментальними дослідженнями їх зразків. За аналізом результатів експериментальних досліджень системи вода – газ, у змодельованих пластових умовах доводить, що азот за своїми фізико-хімічними характеристиками може бути використаний як геохімічний індикатор процесу випереджаючого обводнення покладів газоконденсатних родовищ. Для вибору оптимального способу розробки покладів родовищ вуглеводнів пропонується проведення повного комплексу досліджень геохімічних індикаторів продукції свердловин в пластових умовах на рvt-установці, розробленій і сконструйованій у ДП «Укрнаукагеоцентр».

Ключові слова: рvt-установка, розробка, пластові умови, геохімічні індикатори.

STUDY OF GEOCHEMICAL INDICATORS OF WELLS FOR OPTIMAL SELECTION OF HYDROCARBON RESERVOIR DEVELOPMENT METHODS

O. G. Golub

N. V. Sira

PhD (Geologist)

V. T. Melnyk

Subsidiary Enterprise of JSC «NJSK Nadra Ukrainy» «Ukrainian geological center of industry research» SE «UkrNaukaGeoCenter», 53 Marshala Biryuzova str., Poltava, 36019, Ukraine

A. M. Kovtunovich

Geophysical Division «UkrGasPromGeoFizyka»

The determination of physical and chemical properties of reservoir oils as complex polycomponent hydrocarbon systems is carried out by experimental studies of their samples. Based on the analysis of the results of experimental studies of the water-gas system under simulated reservoir conditions, the article proves that nitrogen, by its physical and chemical characteristics, can be used as a geochemical indicator of the process of advanced

waterflooding of gas condensate deposits. To select the optimal method for the development of hydrocarbon deposits, it is proposed to conduct a full range of studies of geochemical indicators of well production in reservoir conditions using a PVT unit developed and constructed by SE Ukrnaukageocenter.

Key words: pvt unit, development, reservoir conditions, geochemical indicators.

Вступ.

Стратегічним напрямком розвитку та відновлення України у повоєнний період є самозабезпечення вуглеводневою сировиною. У наш час, коли вже не відкриваються родовища-гіганти, а вводяться в експлуатацію, відносно, невеликі та середні, за величиною запасів, родовища або окремі поклади. Більшість нафтогазових родовищ знаходяться на завершальному етапі розробки, дуже гостро постають питання про їх ефективне освоєння, і відповідно, раціональне використання надр. На даному етапі актуальними є якість і достовірність результатів лабораторних досліджень свердловин та їх вуглеводневої продукції. В той же час, залишається проблемою: можливість підвищити повноту вилучення вуглеводнів, оптимізувати управління та контроль процесу розробки.

Визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюється експериментальними дослідженнями їх зразків – глибинних проб. Геолого-економічну оцінку газоконденсатних покладів і проектування їх промислової розробки проводять на основі дослідження пластового газу, лабораторного вивчення рекомбінованої проби, складеної з відсепарованого газу та сирого конденсату.

Обладнання та методика дослідження.

На базі комплексної аналітичної лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» із вивчення колекторських властивостей порід, води, нафти, газу, конденсату, тампонажних та бурових розчинів було розроблено і сконструйовано pvt-установку з комплексного дослідження керну та вуглеводневої продукції свердловин у пластових умовах УГКН-1.

Установкою передбачено виконання наступного об'єму досліджень: визначення фазового стану пластової системи за конкретних термобаричних умов та у процесі фізико-хімічного впливу на неї; визначення тиску початку коденсації вуглеводневих компонентів складу C_{5+} вищі (тиску початку скраплення, точки «роси»); визначення об'єму (пластових втрат) конденсату, який випав у камері високого тиску; визначення зміни вмісту і видобутку конденсату під час розробки покладу на режимі виснаження пластової енергії; визначення тиску насичення, в'язкості і густини пластових нафт.

Отримані результати відповідають сучасним стандартам досліджень нафтогазових покладів.

Результати дослідження.

Можливість дослідження термодинамічних параметрів кожної конкретної свердловини та пластової системи, визначення фізико-хімічних властивостей вуглеводнів, що її насичують, дає змогу якомога ефективніше ввести родовище в дослідно-промислову розробку або вивести свердловину на оптимальний режим її експлуатації.

Розвідувальною свердловиною нафтогазоконденсатного родовища, яке розміщене в північній прибортовій зоні Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), розкрито новий поклад верхньовізейських відкладів, що знаходиться в окремому блоці. Початковий пластовий тиск становить 55,59 МПа. Під час випробування свердловини отримано промисловий приплив вуглеводневої суміші з переважаючим вмістом рідких вуглеводнів, які за зовнішнім виглядом та, відповідно до результатів лабораторного вивчення поверхневих проб, інтерпретували як нафту. Глибинні пробовідбірники, за допомогою яких проводився відбір проб «пластової нафти», виявилися заповненими виключно газовою фазою. Для визначення фазового стану та параметрів пластової системи пласта, за допомогою pvt-установки УГКН-1, проведено рекомбінацію зразка пластової системи, що складався з газу сепарації та газонасиченої вуглеводневої рідини, відібраної із тестового сепаратора.

Результати термодинамічних досліджень вказали на те, що досліджувана пластова система є газоконденсатною та перенасиченою вуглеводнями складу C_{5+} вищі. В умовах залягання пласта вона знаходиться у двофазному газорідинному стані, що зумовлює наявність рідини у порах пласта-колектора (нерозчинного залишку). За даними лабораторних досліджень нерозчинний залишок має світло-коричневий колір, його густина становить $852,8 \text{ кг/м}^3$, а молярна маса – $189,98 \text{ г/моль}$. Дану рідину ідентифіковано як суміш нерозчиненого за пластових умов конденсату та нафти, яка потрапляє в продукцію свердловини з нафтової облямівки покладу, і, в свою чергу, впливає на склад пластового газу, фазовий стан вуглеводневої системи і ретроградні втрати конденсату у пласті.

Вчасно проведені термодинамічні дослідження пластової вуглеводневої системи на pvt-установці УГКН-1 дали змогу вірно визначити її фазовий стан, тип (природу) покладу та надати достовірні вихідні дані для проведення підрахунку запасів вуглеводнів (з метою постановки на Державний баланс корисних копалин України) та вибору правильної системи розробки покладу.

Не менш важливою, при розробці покладів газоконденсатних родовищ (ГКР), залишається проблема їх обводнення. Висновки про початок обводнення можна зробити виконавши окремі розрахунки та дослідивши процес розробки на підставі уточнених вхідних даних, тому введення в загальну систему контролю

нових методів покращить і оптимізує процес управління роботою свердловин, дозволить якнайповніше скласти уявлення про геолого-промислову характеристику родовища загалом, дати оцінку геологічних процесів, які відбуваються на ньому, ефективніше контролювати процес розробки у разі обводнення свердловини.

Оскільки розробка покладів вуглеводнів відбувається в ізотермічному режимі, то основним змінним параметром є тиск. Його зниження призводить до зміщення фазової рівноваги у газорідній системі пласта, відповідно, у газових покладах відбувається розгазування порових і підстилаючих вод. Це призводить до того, що в умовах активного відбору продукції у присвердловинній зоні відбувається підняття газоводяного контакту чи утворення конусів обводнення [1].

Аналіз змін складу газу великої кількості свердловин ГКР ДДЗ у процесі їх випробувань та експлуатації дав змогу встановити існування залежності між вмістом азоту у компонентному складі газу сепарації та близькістю пластової води [3]. З метою вивчення та прогнозування процесів обводнення були проведені експериментальні дослідження фазової поведінки азоту на комплексній pvt-установці з дослідження вуглеводневої продукції свердловин у пластових умовах.

Рекомбінацію водо-газових систем проведено відповідно до розрахованих пропорцій і реальних термобаричних умов залягання покладів, шляхом насичення води азотом (для кращої фіксації змін його вмісту у компонентному складі газу) і природним газом до середніх значень пластових тисків, що відповідали глибині залягання продуктивних відкладів. Вільну газову фазу, яка не розчинилась у воді при тиску насичення, що дорівнює пластовому, видаляли із камери і у подальшому проводили дослідження на бінарній системі вода–розчинений газ [2].

За отриманими результатами хроматографічного визначення компонентного складу газів, які виділились у процесі ступеневого зниження тиску, побудовано графіки залежності виходу азоту у вільну газову фазу з газонасиченої пластової води від тиску. За цими даними, зі зниженням тиску вміст азоту у газі, який виділяється, лінійно збільшувався.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що за умови зниження пластового тиску у процесі розробки глибокозалягаючих газоконденсатних покладів (за наявності у розрізі високонапірних водоносних горизонтів), збільшення, порівняно з початковим, вмісту азоту у видобувному газі буде свідчити про наближення пластової води до свердловини.

Аналіз результатів експериментальних досліджень систем вода – газ у модельованих пластових умовах доводить, що азот за своїми фізико-хімічними характеристиками, а також як переважаючий компонент у складі водорозчинних газів, може бути використаний як геохімічний індикатор процесу випереджаючого обводнення покладів газоконденсатних родовищ. У разі зниження пластового тиску, а особливо у разі активних технологічних впливів на пласт, азот першим виділяється з пластової води і збагачує неуглеводневу складову природного газу, інформуючи так про зміни положення газоводяного контакту.

Тому підвищення у компонентному складі газу сепарації вмісту азоту та зіставлення цих даних із промисловими показниками дозволяє вести випереджувальний контроль за обводненням експлуатаційного об'єкта, своєчасно коректувати технологічні режими роботи свердловин і розробки покладу загалом, і в кінцевому результаті отримати максимальний коефіцієнт вилучення вуглеводневої сировини [2].

Висновок.

Розробка покладів вуглеводнів, їх ефективне освоєння та раціональне використання надр є актуальними питаннями сучасних геолого-геофізичних досліджень. Для створення геолого-промислових планів розробки родовищ актуальними є якість і достовірність результатів лабораторних досліджень свердловин та їх вуглеводневої продукції.

Перспективою подальших досліджень на рvt-установці є вивчення питань кавітаційних та каталітичних методів впливу на конденсат, який випав у пласті в результаті ретроградної конденсації, на високопарафіністих та високосмолистих нафтах, з метою їх подальшого вилучення.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Demakhin S.A., Demakhin A.G. Selective methods for isolating water inflow into oil wells. Saratov: State Scientific Center "College", 2003. С. 16.
2. Голуб О.Г., Сіра Н.В. Дослідження геохімічних індикаторів на рvt-установці як запорука оптимального вибору способів розробки вуглеводневих покладів. *Матеріали Міжнародної наукової конференції «Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи»*. 2015. С. 77 – 81.
3. Сіра Н.В. Геологічні особливості попередження обводнення газоконденсатних покладів. *ScienceRise*. 2014. Vol. 5/1 (5). С. 48-53.