

© С.О. Паюк

ПАТ «Укргазвидобування»

В.М. Владика

М.Ю. Нестеренко

д-р геол. наук

Р.С. Балацький

Р.І. Лата

Львівський комплексний

науково-дослідний центр УкрНДІгазу

Літолого-петрофізичні передумови ефективності проведення соляно-кислотних обробок порід-колекторів сарматського ярусу

УДК 553.98:622.276

За результатами літолого-петрофізичного вивчення порід-колекторів продуктивного горизонту НД-10 типових родовищ північно-західної частини Більче-Волицької зони підтверджено доцільність проведення заходів із інтенсифікації припливів газу. Цьому передують значна карбонатність порід (до 30 %) і наявність протяжних кавернозно-тріщинних проникних зон, які проявилися лише після соляно-кислотної обробки. Враховуючи низькі фільтраційні властивості колекторів (фазова газопроникність 0,2–5,3 мД), рекомендовано соляно-кислотні обробки поєднувати з гідророзривом пласта.

Ключові слова: шліф, порода-колектор, проникність, пористість, соляно-кислотна обробка.

По результатам литолого-петрофизического изучения пород-коллекторов продуктивного горизонта НД-10 типичных месторождений северо-западной части Бильче-Волицкой зоны подтверждена целесообразность проведения мероприятий по интенсификации притоков газа. Этому предшествуют значительная карбонатность пород (до 30 %) и наличие протяженных кавернозно-трещинных проницаемых зон, которые проявились только после соляно-кислотной обработки. Учитывая низкие фильтрационные свойства коллекторов (фазовая газопроницаемость 0,2–5,3 мД), рекомендовано соляно-кислотные обработки сочетать с гидроразрывом пласта.

Ключевые слова: шлиф, порода-коллектор, проницаемость, пористость, соляно-кислотная обработка.

According to results of lithologic and petrophysical study of ND-10 productive horizon reservoir rocks in typical deposits of the Bilche-Wolytsa zone North-Western part, we have confirmed the feasibility of measures for stimulation of gas flow. It is preceded by a significant carbonate content of rocks (up to 30 %) and availability of long cavernous fractured permeable zones, which emerged only after the hydrochloric acid treatment. Given the low filtration reservoir characteristics (phase gas permeability of 0.2–5.3 mD), it is recommended to combine hydrochloric acid treatment with hydraulic fracturing.

Key words: slide, rock reservoir, permeability, porosity, hydrochloric acid treatment.

Основними причинами відсутності позитивного ефекту від проведення соляно-кислотних обробок (СКО) є [1]:

- невдалий вибір об'єктів інтенсифікації;
- невідповідність технологій хімічного впливу геолого-технічним умовам свердловин і літолого-фаціальним особливостям порід-колекторів.

При цьому критерієм вибору повинна бути наявність скін-ефекту в привибійній зоні, а не величина дебіту свердловини. Першочерговими об'єктами для проведення СКО повинні бути пласти, де низькі припливи вуглеводнів обумовлені закупорюванням колектора у привибійній зоні, а не погіршенням фільтраційних властивостей унаслідок фаціального заміщення розрізу.

Технологія інтенсифікації свердловин повинна бути виключно індивідуальною для кожного конкретного випадку [2] і враховувати: карбонатність порід, їх гранулометричний і мінералогічний склад, характер розподілу цементу і порового простору, фільтраційно-ємнісні властивості тощо.

Обґрунтуванню рецептури кислотних розчинів (глино-кислотні або соляно-кислотні) повинно передувати літолого-петрографічне вивчення керна.

Об'єктом наших досліджень були породи-колектори сарматського ярусу (горизонт НД-10) північно-західної частини Більче-Волицької зони (типовий розріз свердловин у районі Меденицького, Грудівського, Південно-грабінського та інших родовищ).

За даними лабораторного вивчення керна, колектори мають відкриту пористість 16,9–21,9 %, абсолютну газопроникність 0,3–10,6 мД, залишкове водонасичення 45–48 %, фазову газопроникність 0,2–5,3 мД [3]. Згідно з літолого-петрографічним вивченням порід у шліфах, вони характеризуються неправильно-шаруватою текстурою, яка утворилася за умов відкладання осаду в прибережно-морських (пляжних) умовах. Формування шарів відбувалося шляхом послідовного відкладання окремих шарів та прошарків невеликої товщини (від перших міліметрів до декількох сантиметрів). Одна серія шарів представлена змішаними (погано сортованими) алев-

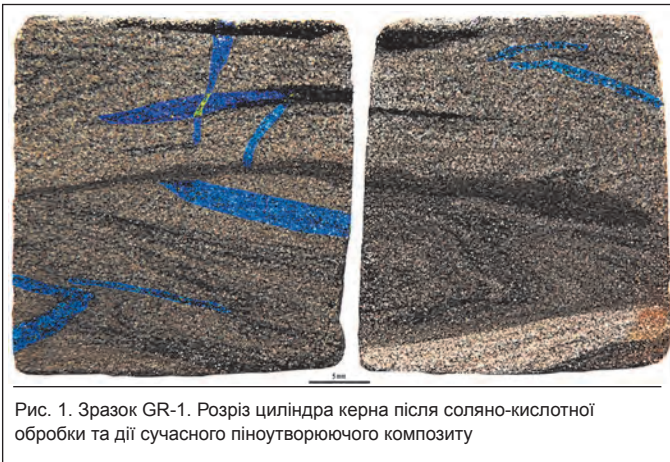


Рис. 1. Зразок GR-1. Розріз циліндра керна після соляно-кислотної обробки та дії сучасного піноутворюючого композиту

рит-дрібнопсамітовими теригенними скупченнями, зцементованими апоглинистим плівково-поровим цементом із частковим заповненням пор, рідко цемент базальний. У наступній серії може переважати алевролітова теригенна складова з глинистим цементом, що відрізняється нерівномірним розподілом.

Така шаруватість зазвичай формується морськими течіями у прибережній зоні, для яких властива періодична зміна напрямку руху.

Часто шари і прошарки представлені переважно алевролітовим або середньо-дрібнопсамітовим теригенним матеріалом. У алевролітах цемент апоглинистий, із незначною домішкою кальциту. У піщаних відмінах кальцитовий компонент переважає в цементуючій масі. Інколи кальцит домінує відносно теригенної частини, що практично зумовлює перехід до теригенно-карбонатної породи (Федоришин Ю.І., 2013).

Характерно, що кожен наступний шар або прошарок перекриває попередній, як правило, незгідно, ніби зрізаючи попередні нашарування. Ця особливість тісно пов'язана з процесами, зазначеними вище. Зігнутість шарів у межах окремих серій вказує на сповзання неконсолідованого, але вже осадженого матеріалу під дією різних динамічних факторів (цунамі, сильні шторми, землетруси, гравітаційні процеси тощо) (рис. 1). Характерна неоднорідність будови породи, у зв'язку з чим на рисунку виділено: світла ділянка на правій частині рисунка (внизу) – прошарок, збагачений карбонатним цементом; дугоподібна темно-сіра ділянка у середній частині обох половин розрізу – прошарок алевроліту з переважаним апоглинистим цементом; чорні лінзоподібні прошарки – збагачення органічною речовиною; сині ділянки – різнонаправлені приховані зони тріщинуватості, які частково збагачені органічною речовиною і тісно асоціюють із лінзоподібними прошарками, аномально збагаченими органічною речовиною. По суті, зони тріщинуватості й аномально збагачені органічною речовиною прошарки представляють собою єдину каверно-тріщинну систему вторинного пустотного простору. Фрагмент аналогічної системи показано на рис. 2.

Згідно з нашаруванням, а інколи й частково проникаючи в окремі шари, розташовані лінзовидно-шаруваті утворення концентрованого скупчення органічної речовини та слюнистих мінералів. Їх товщина зазвичай від частки мм до 3–4 мм (рис. 3). На розрізі ви-



Рис. 2. Зразок GR-1. Панорамне зображення шліфа до соляно-кислотної обробки та взаємодії породи з сучасним піноутворюючим композитом. Показано фрагмент лінійно-розсіяної зони, збагаченої органічною речовиною, яка виповнює тріщини та каверни. В межах подібних зон властиве зростання кількості кальциту у складі цементу

ділено: темно-сірий фрагмент справа вгорі – прошарок піщанистого алевроліту з глинисто-гідролудисто-хлоритовим складом цементу, кальцит практично відсутній; світло-сірий фрагмент у центральній частині зрізу – алевритистий пісковик середньо-дрібнозернистий, із суттєво кальцитовим цементом; чорні лінзоподібні смуги справа внизу і зліва вгорі – прошарки з підвищеною концентрацією слюнистого мінералу та органічної речовини, яка заповнює переривчасті тріщини та каверни, що розташовані згідно з нашаруванням. *Зазначені лінзовидно-шаруваті скупчення під час мікроскопічного вивчення виявилися протяжними кавернозно-тріщинними зонами проникності, які тісно пов'язані з зонами різнонаправленої тріщинуватості, що проявилася лише після соляно-кислотної обробки та взаємодії породи з сучасним піноутворюючим композитом* (див. рис. 1–4).

Об'єм первинного пустотного простору суттєво зменшився за рахунок накладеної карбонатизації. Карбонатизація у породі розвивалася нерівномірно. В одних випадках спостерігаємо незначну наявність кальциту, в інших – суцільні зони карбонатизації.

Зони кавернозно-тріщинного типу формувалися на границі шарів і прошарків на стадії перетворення пластичного осаду в породу за рахунок пошарових зміщень. У них зосереджена основна частина органічної речовини.

Інший тип тріщинних зон зазвичай перетинає шари. Самі тріщини короткі, рідко виходять за межі одного–двох шарів, хаотично орієнтовані, органічна речовина зазвичай відсутня, пустотний простір для них не характерний.

Отже, досліджені породи, незважаючи на високу пористість (16,9–21,9) %, мають дуже низькі фільтраційні властивості: проникність 0,3–10,6 мД, коефіцієнт газонасичення становить 52–55 %.

Дія бурового розчину на пласт призводить до погіршення ефективної газопроникності в середньому в 2,1 раза. Тому проведення інтенсифікації з метою її відновлення повинно бути обов'язковою технологічною процедурою. Дія реагенту СПК на породи-колектори сприяє збільшенню ефективної газопроникності до 4,8 раза. Комплексна дія спочатку 10 % розчину соляної кислоти протягом однієї години і подальшої дії реагенту СПК протягом чотирьох діб призводить до зростання ефективної газопроникності (дебіту газу) у 13 разів. Дія 10 % розчину оцтової кислоти призвела до руйнування порід-колекторів уздовж мікронашарування прошарків пісковиків і алевролітів. При цьому ефективна газопроникність зростає в 1,5 раза [2].

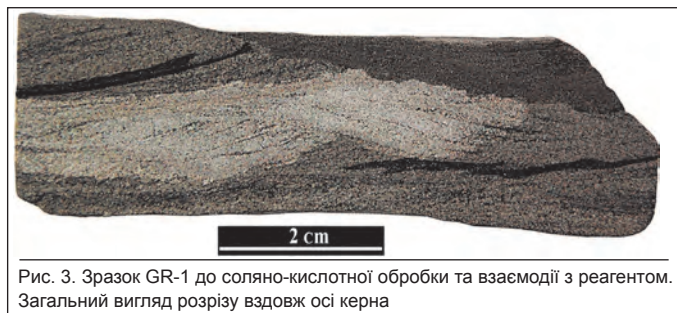


Рис. 3. Зразок GR-1 до соляно-кислотної обробки та взаємодії з реагентом. Загальний вигляд розрізу вздовж осі керна

Досліджувані породи завдяки широким кількісним варіаціям різних гранулометричних класів уламкового матеріалу (алевритового та дрібнопсамітового) та апоглинистого складу цементу з накладеною карбонізацією найбільш доцільно віднести до алевро-пісковиків із апоглинистим слюдисто-гідрослюдисто-карбонатним цементом.

Структурні особливості та ряд текстурних ознак породи (хвиляста шаруватість із ознаками опливання та сповзання, концентрація лейст слюди у вигляді окремих шарів, псевдошаруватість без чітких границь розділу), які зумовлюють її внутрішню текстуру та морфотекстурні ознаки поверхні окремих шарів, а також присутність серед мінералів аутигенного глауконіту дають можливість за фаціальною приналежністю віднести її до утворень прибережно-морських – лагунних (із низькою соленистю) фацій.

Наявність новоутвореного карбонату у складі цементу вказує на вторинне мінералоутворення, що мало місце на стадії діа- та катагенезу. На катагенетичні перетворення вказує і те, що глинисті мінерали цементу зазнали структурно-генетичних перетворень, трансформувались у якісно нову слюдисто-гідрослюдисту асоціацію.

Пустотний простір має первинне походження, його об'єм дещо зменшений за рахунок новоутвореного кальциту та аутигенного глауконіту, які структурно приурочені до міжзернового простору.

Пустотний простір віднесений до розряду складних за рахунок поєднання порового і кавернозного типу пустот з нерівномірним поширенням по простяганню і по розрізу. Розмір каверн (виходячи із зображених на рисунках) досягає 2 мм, ланцюжки зближених між собою каверн і пор витягуються на 5–10 мм. За сприятливих умов (гранулометричний склад, неконформне упакування уламків) пустотний простір характеризується відкритістю у вертикальному і горизонтальному напрямках. Проведення соляно-кислотної обробки колектора дасть можливість

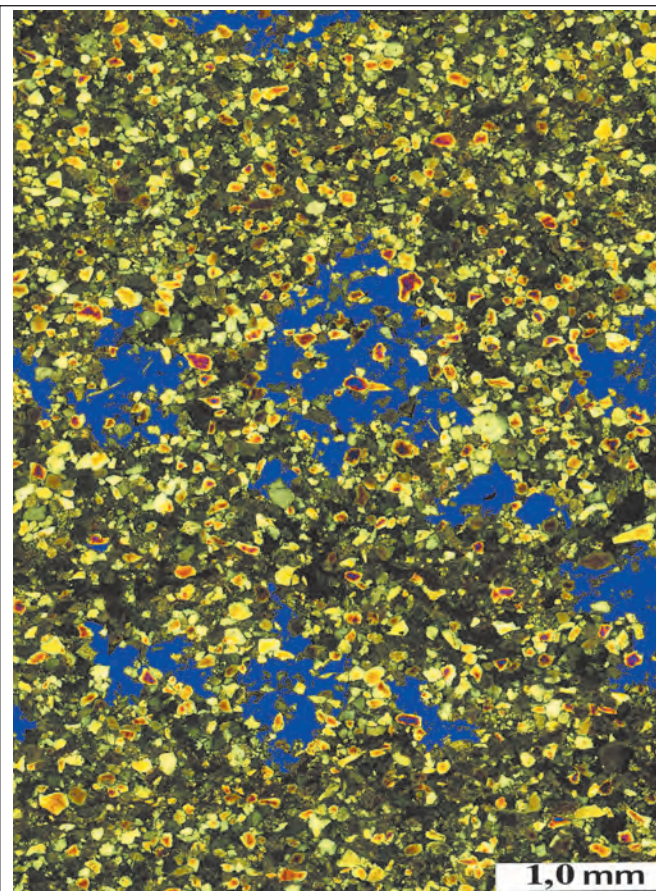


Рис. 4. Зразок GR-1. Синім кольором показано масштаби збільшення об'єму пустотного простору після соляно-кислотної обробки та дії сучасного піноутворюючого композиту

збільшити об'єм пустотного простору приблизно на 30 %, виходячи з кількості карбонатної речовини, яка входить до складу цементу.

Висновок

Отже, хімічне розчинення цементуючого матеріалу призводить до розширення відкритого міжзернового простору, яке фіксується збільшенням просвітності пор (див. рис. 4), а також розширенням порових каналів і мікротріщин. Оскільки вивчені нами породи-колектори горизонту НД-10 мають низькі фільтраційні властивості, доцільно проводити комплексування циклічних соляно-кислотних обробок із гідророзривом пласта.

Список використаних джерел

1. **Повышение** эффективности вскрытия и опробования нефтегазоносных пластов / М.М. Иванюта, Б.Ю. Гульгун, М.И. Зазуляк [и др.]. – М.: Недра, 1973. – 128 с.
2. **Результати** лабораторних кислотних обробок порід-колекторів заходу і півдня України / П.Й. Антонов, Р.Й. Гладкий, М.І. Зазуляк [та ін.] // Методичні прийоми розкриття і випробування розвідувальних свердловин нафтових та га-

- зових родовищ УРСР. – Львів: УкрНДГРІ, 1972. – С. 24–32.
3. **Методичні** питання інтенсифікації припливів вуглеводнів на прикладі сарматських відкладів Передкарпатського прогину / В.М. Владика, М.Ю. Нестеренко, Р.С. Балацький, Ю.М. Неспляк, О.В. Чебан // Вісн. ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – Харків, 2014. – № 1033. – Вип. 37. – С. 9–14. – (Серія «Геологія–Географія–Екологія»).