

ГЕОФІЗИКА

УДК 550.83:552.1:537

С. Вижва, д-р геол. наук, проф., проректор, E-mail: vsa@univ.kiev.ua
В. Михайлов, д-р геол. наук, проф., декан, E-mail: vladvam@gmail.com
Д. Онищук, асп., E-mail: boenerges@ukr.net
І. Онищук, канд. геол. наук, зав. НДЛ., E-mail: oivan1@ukr.net
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Геологічний факультет, вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

ЕЛЕКТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ІМПАКТНИХ СТРУКТУР

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)

Нині достовірно відомо п'ять родовищ вуглеводнів пов'язаних з імпактними структурами і 10 потенційно нафтогазових кратерів. Метою проведених досліджень є оцінка петрофізичних параметрів порід-колекторів нетрадиційних джерел вуглеводнів – перспективних ділянок імпактних структур Українського щита. Розглядаються особливості методики та результати петрофізичних досліджень при вивченні складнопобудованих колекторів. Комплекс лабораторних досліджень включає визначення: густини порід (сухих та насичених газом); відкритої пористості (методами насичення азотом та газом); коефіцієнта залишкового нафтонасичення; проникності (методом стаціонарної фільтрації азоту); інтервального часу та швидкості повздовжніх і поперечних пружних хвиль), питомого електричного опору і діелектричної проникності. Лабораторні електрометричні дослідження сухих зразків керну виконані при температурі 20°C за допомогою розробленого лабораторного електрометричного комплексу на базі цифрового тераомметра С.А.6547 та прецизійного цифрового RLC-метр МНС-1100, що дозволяє виконувати високоточні вимірювання електричного опору та ємності в широкому діапазоні частот з цифровим записом на ЕОМ за спеціальною програмою. Лабораторні електрометричні вимірювання виконувались на стандартизованих зразках гірських порід циліндричної форми діаметром 30 мм і висотою 30 мм. Вибір розмірів і форми лабораторних зразків зумовлений тим, що більшість лабораторних установок для визначення петрофізичних параметрів порід розрахована на такі стандартизовані зразки.

Наведені результати визначення петрофізичних параметрів та їх зв'язок з ємнісними властивостями порід із перспективних на вуглеводні інтервалів свердловин імпактних структур. За даними петрографічних досліджень зразків керну імпактних структур визначено, що за складом вони відносяться до імпактитів, зювітів, брекчій та змінених гнейсів. Зустрічаються включення глинистого матеріалу, сидериту, вуглефікація та піритизація. За результатами лабораторних вимірювань встановлено, що спостерігаються значні варіації питомого опору досліджених порід. Аналіз отриманих даних показує, що відносна діелектрична проникність змінюється від 5,7 до 78,5. Низькими значеннями діелектричної проникності (<10) характеризуються деякі різновиди зювітів та імпактитів Болтиської западини, брекчій та гнейсів Оболонської структури. Побудовані кореляційні залежності між коефіцієнтами пористості, залишкового нафтонасичення і десятиковим логарифмом діелектричної проникності. Вперше визначені петроелектричні параметри та встановлені їх кореляційні залежності з ємнісними властивостями порід імпактних структур України.

Ключові слова: імпактити, зювіти, колектори, коефіцієнт пористості, коефіцієнт проникності, питомий електричний опір, діелектрична проникність.

Вступ. З метою пошуку нетрадиційних джерел вуглеводнів, у тому числі пов'язаних з імпактними структурами

і накладеними западинами Українського щита (УЩ) [8, 9] на території України виконується ряд досліджень. З та-

© Вижва С., Михайлов В., Онищук Д., Онищук І., 2014

кими структурами пов'язана ціла низка родовищ вуглеводнів у США та Канаді. Під час виникнення ударних структур формуються розуцільнені зони підвищеної тріщинуватості, які можуть акумулювати поклади вуглеводнів навіть у кристалічних породах, зокрема, гранітоїдах і метаморфічних породах [7]. Саме цим обумовлена їхня потенційна нафтогазоносність. Нині відомо п'ять родовищ вуглеводнів, пов'язаних безпосередньо з астроблемами: В'юфілд, Ред-Уїнг і Ньюпорт в Уїллістоунському басейні (провінція Саскачеван у Канаді та штат Північна Дакота в США), Ігл-Б'ютт – у Західно-Канадському басейні та Лайс-Ранч – у басейні Мексиканської затоки. Крім цього, передбачається, що поклади вуглеводнів пов'язані з процесами кратероутворення таких структур: Кельвін в Мічігані; Еймс в Оклахомі; Авак на Алясці; Маркез і Сьєрра-Мадре в Техасі (США); Стин-Рівер (Канада), Чиксулуб (Мексика). У світі відомо 10 потенційно нафтогазоносних кратерів. Є такі структури і в Україні, їхній високий вуглеводневий потенціал відзначається в низці робіт. На території УЩ виявлено 7 імпактних структур (Болтиська, Західна, Зеленогайська, Іллінецька, Оболонська, Ротмістровська та Тернівська).

Метою проведених досліджень є оцінка петрофізичних параметрів порід-колекторів нетрадиційних джерел вуглеводнів – перспективних ділянок імпактних структур, що раніше не вивчалися.

Питомий електричний опір та діелектрична проникність є одними із найбільш інформативних параметрів при визначенні петрофізичних властивостей гірських порід. Ці параметри контролюються: речовинним складом та текстурою породи; структурою ємнісного простору; її нафто-, газо- та водонасиченістю; коефіцієнтом пористості; мінералізацією пластових вод; температурою та тиском [1–6, 11].

У статті наведено результати комплексних досліджень петроелектричних властивостей 36 зразків керну свердловин Болтиської (інтервал 581-597 м), Оболонської (інтервал 770-1009) та Іллінецької (відслонення 1) імпактних структур. Породи з досліджених інтервалів свердловин та відслонення представлені переважно імпактитами, зовітами та гнейсами.

Експериментальні дослідження. Комплекс лабораторних досліджень включав визначення: густини порід (сухих та насичених газом); відкритої пористості (методами насичення азотом та газом); коефіцієнта залишкового нафтонасичення; проникності (методом стаціонарної фільтрації азоту); інтервального часу та швидкості повздовжніх і поперечних пружних хвиль), питомого електричного опору і діелектричної проникності.

Лабораторні електрометричні вимірювання сухих зразків керну виконані при температурі 20°C за допомогою розробленого лабораторного електрометричного комплексу на базі цифрового тераомметра С.А.6547 та прецизійного цифрового RLC-метр МНС-1100, які дозволяють виконувати високоточні вимірювання електричного опору та ємності в широкому діапазоні частот з цифровим записом на ЕОМ за спеціальною програмою. Лабораторні електрометричні вимірювання виконувались на стандартизованих зразках гірських порід циліндричної форми діаметром 30 мм і висотою 30 мм. Вибір розмірів і форми лабораторних зразків зумовлений тим, що більшість лабораторних установок для визначення петрофізичних параметрів порід розрахована на такі стандартизовані зразки.

Перед початком вимірювань зразок вставлявся у спеціальний кернотримач і затискався між контактними пластинами із срібла для забезпечення надійних контактів. Кернотримач дозволяє створити стандартизовані умови вимірювань електрометричних параметрів [1–3].

Питомий електричний опір ρ визначався за допомогою уточненої формули, що враховує вплив перехідного опору "електрод-зразок" на результати вимірювань і має

$$\text{вигляд: } \rho = \frac{\pi R d^2}{\pi d + 4l}, \text{ де } l \text{ і } d - \text{відповідно, довжина і діаметр}$$

циліндричного зразка, в м; R – електричний опір системи "опір зразка + перехідний опір електродів", в Ом.

Відносна діелектрична проникність ϵ на частоті 1 кГц розраховувалась з використанням вимірюваної на цій частоті ємності зразків при допомозі прецизійного цифрового RLC-метра МНС-1100 за допомогою емпіричної формули: $\epsilon = 2,62 \frac{C_n}{C_{em}}$, де C_n – електрична ємність зразка породи; C_{em} – електрична ємність еталона висотою,

що відповідає висоті зразка породи й вираховується шляхом застосування еталонувальної залежності; 2,62 – діелектрична проникність еталону. Такий підхід дозволив привести умови електрометричних вимірювань, стосовно діелектричної проникності, еталона та рядового зразка до ідентичності, що дало можливість використовувати спрощену формулу розрахунку.

Кореляційні залежності між ємнісно-фільтраційними параметрами порід-колекторів та даними свердловинних і польових геофізичних методів, зважаючи на їх складність, вимагають досить ретельного вивчення за допомогою комплексу лабораторних петрофізичних досліджень. З метою встановлення залежності петроелектричних параметрів від ступеню нафтонасичення порід в процесі експериментальних лабораторних досліджень виконувалась серія електрометричних вимірювань, що дозволило побудувати кореляційні залежності між коефіцієнтом нафтонасичення (k_n), коефіцієнтом залишкового нафтонасичення (k_{nz}) і десятиковим логарифмом діелектричної проникності ($\lg \epsilon$).

Аналіз даних. Основним параметром геоелектричних методів є питомий електричний опір – властивість речовини протидіяти проходженню електричного струму. Питомий електричний опір залежить від речовинного складу породи, температури і тиску, при яких вимірюється ця величина [4–6, 10]. Він визначається як при польових, так і при лабораторних дослідженнях і являє собою важливу характеристику породи. Як вже зазначалося, на величину даного параметра гірської породи впливає ціла низка факторів, що зумовлює зміну питомого опору в широких межах.

За результатами лабораторних вимірювань встановлено, що спостерігаються значні варіації питомого опору досліджених порід (табл. 1). Питомий електричний опір сухих екстрагованих зразків (питомий електричний опір мінерального скелету) Болтиської западини змінюється від 217820 Ом·м до 3918640 Ом·м при середньому значенні 1209280 Ом·м. При цьому електричний опір зразків насичених газом змінюється від 898860 Ом·м до 5742200 Ом·м при середньому значенні 3451470 Ом·м.

Питомий електричний опір мінерального скелету зразків досліджених порід Оболонської імпактної структури змінюється від 19870 Ом·м до 1007230 Ом·м при середньому значенні 326450 Ом·м. При цьому електричний опір зразків насичених газом змінюється від 33250 Ом·м до 4466770 Ом·м при середньому значенні 1299500 Ом·м.

Електричний опір мінерального скелету зразків імпактитів Іллінецької структури змінюється від 332750 Ом·м до 8309350 Ом·м при середньому значенні 2427030 Ом·м. При насиченні газом електричний опір зразків змінюється від 805230 Ом·м до 37984120 Ом·м при середньому значенні 12027850 Ом·м.

Відносно низькими питомими електричними опорами мінерального скелету (<500000 Ом·м) характеризуються, в основному, деякі різновиди імпаکتитів Болтиської западини та Іллінецької структури, брекчій та гнейсів Оболонської структури. Понижений електричний опір цих порід викликаний підвищеним вмістом глинистої компоненти, частково вуглефікацією та піритизацією.

Високі і підвищені питомі електричні опори мінерального скелету (>3000000 Ом·м) досліджених порід відмічені у деякі різновидів зювітів Болтиської западини та імпаکتитів Іллінецької структури.

Аналіз результатів лабораторних електрометричних досліджень питомого електричного опору порід, насичених гасом, дозволив встановити, що цей параметр змінюється від 33250 Ом·м (гнейс, Оболонської структури) до 37984120 Ом·м (імпактит Іллінецької структури) при середньому значенні 5181120 Ом·м (табл. 1). Слід відмітити, що електричний опір при насиченні порід гасом зростає в декілька разів (у середньому в 4,5 рази).

Середня відносна похибка визначень питомого електричного опору не перевищувала 3%. У результаті лабораторних електрометричних досліджень визначено відносну діелектричну проникність та її зміни для різних типів порід досліджених ділянок. Аналіз отриманих даних показує, що вона змінюється для сухих екстрагованих зразків від 5,4

(зювіт Болтиської западини) до 38,5 (гнейс, Оболонської структури) при середньому значенні 17,7.

Низькими значеннями діелектричної проникності (<10) характеризуються деякі різновиди зювітів та імпаکتитів Болтиської западини, брекчії та гнейсів Оболонської структури. Підвищеними значеннями діелектричної проникності (>30) характеризуються деякі різновиди брекчії та гнейсів Оболонської структури. Встановлено, що діелектрична проникність, при насиченні порід гасом, зменшується приблизно в два рази.

Аналіз матеріалів лабораторних досліджень дозволив побудувати кореляційну залежність (рис. 1) між коефіцієнтом пористості (k_n) і десятичним логарифмом діелектричної проникності ($\lg \epsilon$).

При цьому використані дані по всіх вищезначених ділянках. Слід відзначити, що дані по різних свердловинах досить добре узгоджуються і є можливість використовувати єдину залежність для досліджених порід. Загальне кореляційне рівняння для дослідженої колекції зразків порід має вигляд:

$$\lg \epsilon = 8,802 \cdot k_n^2 - 6,74 \cdot k_n + 2,026, \text{ при } R^2 = 0,87.$$

Шляхом експериментальних лабораторних досліджень встановлено залежність діелектричної проникності від коефіцієнта залишкової нафтонасичення (рис. 2).

Таблиця 1

Межі змін електромагнітних параметрів порід імпактних структур

№ з/п	Імпактна структура	Породи	Значення параметра	Питомий електричний опір, Ом·м		Діелектрична проникність	
				сухі	насич. гасом	сухі	насич. гасом
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Болтиська	зювіт	min	257825	993226	5,4	3,9
2	Болтиська	зювіт	max	3918641	4057810	11,7	6,1
3	Болтиська	зювіт	avg	1374088	2581976	8,2	5,3
4	Болтиська	імпактит	min	217821	898863	5,5	3,5
5	Болтиська	імпактит	max	2287844	5742205	29,0	24,3
6	Болтиська	імпактит	avg	1068020	4072544	9,7	7,7
7	Оболонська	брекчія	min	24762	43493	7,3	6,2
8	Оболонська	брекчія	max	1007226	4466767	50,0	16,8
9	Оболонська	брекчія	avg	421302	1527254	25,4	12,6
10	Оболонська	гнейс	min	19872	33249	7,2	5,2
11	Оболонська	гнейс	max	632896	3725338	78,5	52,8
12	Оболонська	гнейс	avg	269532	1128691	35,6	28,8
13	Іллінецька	імпактит	min	332754	805236		
14	Іллінецька	імпактит	max	8309351	37984120		
15	Іллінецька	імпактит	avg	2427028	12027845		

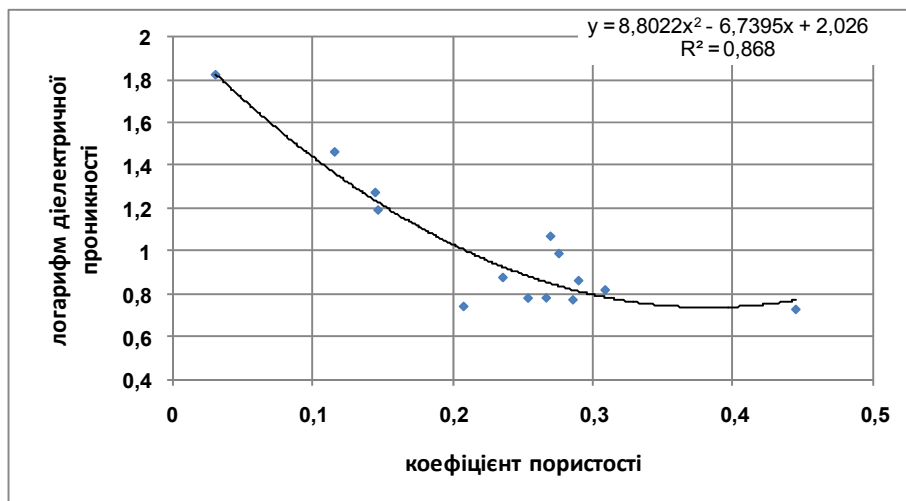


Рис. 1. Кореляційна залежність між коефіцієнтом пористості (k_n) та десятичним логарифмом діелектричної проникності ($\lg \epsilon$)

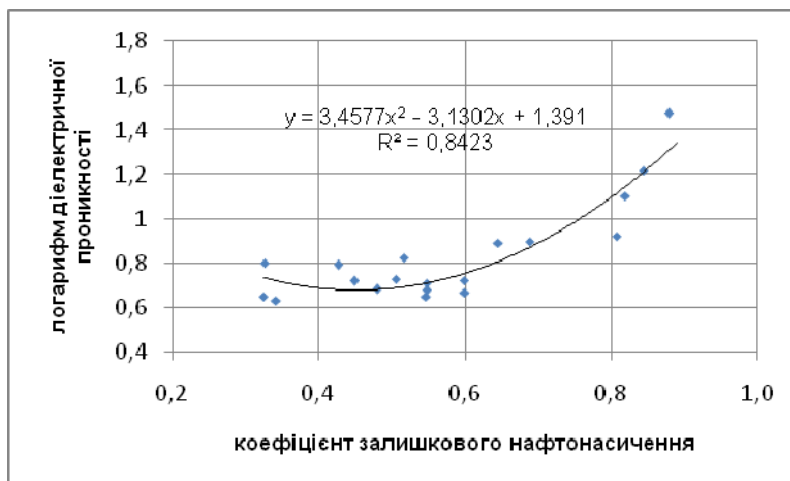


Рис. 2. Кореляційна залежність між коефіцієнтом залишкового нафтонасичення ($k_{из}$) та десятиковим логарифмом діелектричної проникності ($\lg \epsilon$)

Насиченість гасом (нафтонасичення) порід змінювалась шляхом центрифугування за допомогою центрифуги ОС-6М. При цьому виконувалась серія електрометричних вимірювань. У результаті цих досліджень побудована спільна кореляційна залежність (рис. 2) між залишковою нафтонасиченістю ($k_{из}$) і логарифмом діелектричної проникності ($\lg \epsilon$) для зювітів Болтиської западини та імпаکتитів Болтиської западини і Оболонської структури. Кореляційне рівняння для дослідженої колекції зразків порід має вигляд:

$$\lg \epsilon = 3,458 \cdot k_{из}^2 - 3,13 \cdot k_{из} + 1,391, \text{ при } R^2=0,84.$$

Наведені вище кореляційні залежності визначені для свердловин, які були представлені зразками припадними для центрифугування.

Висновки. За даними петрографічних досліджень зразків керну імпактитів структур визначено, що за складом вони відносяться до імпактитів, зювітів, брекчій та змінених гнейсів. Зустрічаються включення глинистого матеріалу, сидериту, вуглефікація та піритизація. Слід відмітити підвищену крихкість зразків досліджених порід, що дещо обмежувало можливості петрофізичних досліджень (неможливість насичення моделлю пластової води), але це сприяє застосуванню технології гідро-розриву (у випадку розробки подібних порід).

Спостерігаються значні варіації питомого електричного опору досліджених порід. Відносно низькими електричними опорами мінерального скелету (<500000 Ом·м) характеризуються, в основному, деякі різновиди імпактитів Болтиської западини та Іллінецької структури, брекчій та гнейсів Оболонської структури. Понижений електричний опір цих порід викликаний підвищеним вмістом глинистої компоненти, частково вуглефікацією та піритизацією. Високі і підвищені електричні опори мінерального скелету (>3000000 Ом·м) відмічені у деякі різновидів зювітів Болтиської западини та імпактитів Іллінецької структури. Слід відмітити, що питомий електричний опір мінерального скелету досліджених порід, в цілому, має підвищені значення, що пояснюється неоднорідностями у текстурі порід.

Аналіз отриманих даних показує, що відносна діелектрична проникність змінюється для сухих екстрагованих зразків від 5,4 (зювіт Болтиської западини) до 78,5 (гнейс, Оболонської структури) при середньому значенні 17,7. Низькими значеннями діелектричної проникності (<10) характеризуються деякі різновиди зювітів та імпактитів Болтиської западини, брекчії та гнейсів Оболонської структури. Підвищеними значеннями діелектричної проникності (>40) характеризуються брекчії та

гнейси Оболонської структури. Встановлено, що діелектрична проникність, при насиченні порід гасом, зменшується приблизно в два рази. Побудовані кореляційні залежності між коефіцієнтами пористості, залишкового нафтонасичення і десятиковим логарифмом діелектричної проникності.

Петроелектричні дослідження займають важливе місце у геологорозвідувальному комплексі і широко застосовуються при вивченні фізичних властивостей гірських порід з метою встановлення їх складу, структури і стану; при вирішенні різноманітних завдань пошуків та розвідки родовищ корисних копалин, особливо у нафтогазовій геології.

Список використаних джерел

1. Вижва С.А., Рева М.В., Гожик А.П., Онищук В.І., Онищук І.І., (2008). Петроелектричні дослідження керну свердловини Чорноморського шельфу. Вісник Київського університету. Геологія, 44, 4-8.
2. Вижва С., Рева Н., Гожик А., Онищук В., Онищук І., (2008). Petroelectrical investigations of borehole core of Black Sea shelf [Петроелектричні дослідження керну свердловини Чорноморського шельфу]. Visnyk Kyivskogo universytetu. Geologiya – Herald of Kyiv University. Geology, 44, 4-8 (In Ukrainian).
3. Вижва С.А., Рева М.В., Гожик А.П., Онищук В.І., Онищук І.І., (2010). Петроелектричні дослідження керну складнобудованих порід-колекторів. Вісник Київського університету. Геологія, 50, 4-7.
4. Вижва С., Рева Н., Гожик А., Онищук В., Онищук І., (2010). Petroelectrical investigations of borehole core of complexly-build reservoir rocks [Петроелектричні дослідження керну складнобудованих порід-колекторів]. Visnyk Kyivskogo universytetu. Geologiya – Herald of Kyiv University. Geology, 50, 4-7 (In Ukrainian).
5. Вижва С.А., Онищук Д.І., Онищук В.І., (2012). Петроелектрична модель порід-колекторів Західно-Шебелинського газоконденсатного родовища. Вісник Київського університету. Геологія, 57, 13-16.
6. Вижва С., Онищук Д., Онищук В., (2012). Petroelectrical investigations of reservoir rocks of Western-Shebelynske gas condensate field [Петроелектрична модель порід-колекторів Західно-Шебелинського газоконденсатного родовища]. Visnyk Kyivskogo universytetu. Geologiya – Herald of Kyiv University. Geology, 57, 13-16 (In Ukrainian).
7. Дакнов В.Н., (1975). Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения пород. Москва: Недра, 343 с.
8. Дакнов В., (1975). Geophysical methods of assessment of reservoir characteristics and hydrocarbon saturation of rocks [Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщения пород]. Moscow: Nedra – Subsurface, 343 p. (In Russian).
9. Дортман Н.Б., (1992). Петрофизика: Справочник. ч.1. Москва: Недра, 391 с.
10. Дортман Н., (1992). Petrophysics. Handbook. part 1 [Петрофизика. Справочник ч.1]. Moscow: Nedra – Subsurface, 391 p. (In Russian).
11. Дортман Н.Б., (1992). Петрофизика: Справочник. ч.2. Москва: Недра, 304 с.
12. Дортман Н., (1992). Petrophysics. Handbook. part 2 [Петрофизика. Справочник ч.2]. Moscow: Nedra – Subsurface, 304 p. (In Russian).
13. Кучерук Е.В., (1989). Астролеми – новый перспективный объект для поисков нефти и газа. Геология нефти и газа, 11, 57.
14. Кучерук Е., (1989). The astroblems – new promising objects for oil and gas exploration [Астролеми – новый перспективный объект для поисков нефти и газа]. Geologia nefiti i gaza – Oil and gas geology, 11, 57 (In Russian).

8. Михайлов В.А., Загнітко В.М., Михайлова Л.С., (2011). Перспективи газонасності сланцевих відкладів Болтиської западини. 36. наук. пр. ін-ту Тутковського, 23-29.

Mykhailov V., Zagnitko V., Mykhailova L., (2011). Prospect of gas-bearing shale deposits of the Boltyshka depression [Perspektivy gazonosnosti slantsevykh vidkladiv Boltys'koi zapadyny]. Zb. nauk. pr. inst. Tutkovskoho – Sc. works collect of Tutkovsky Institute, 23-29 (In Ukrainian).

9. Михайлов В.А., Чепіль П.М., (2012). Перспективи нафтогазонасності імпактних структур Українського щита. Геолог України, 1–2, 72-82.

Mykhailov V., Chepil P., (2012). Prospect of oil-and-gas of impact structures of Ukrainian Shield [Perspektyvy naftogazonosnosti impaktykh

struktur Ukrainshkoy schyta]. Geolog Ukrainy – Geologist of Ukraine, 1-2, 72-82 (In Ukrainian).

10. Пархоменко Э.И., (1965). Электрические свойства горных пород. Москва: Наука, 164 с.

Parkhomenko E., (1965). Electrical properties of rocks [Elektricheskie svoystva gornyykh porod]. Moscow: Nauka – Science, 164 p. (In Russian).

11. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Справочник геофизика, (1984). – Москва: Недра, 455 с.

Physical properties of rocks and minerals. Geophysist reference book [Fizicheskie svoystva gornyykh porod i poleznykh iskopaemykh. Spravochnik geophysika], (1984). Moscow: Nedra – Subsurface, 455 p. (In Russian).

Надійшла до редколегії 20.06.14

S. Vyzhva, Dr. Sci. (Geol.), Prof., Prorector, E-mail: vsa@univ.kiev.ua

V. Mykhailov, Dr. Sci. (Geol.), Prof., Dean, E-mail: vladvam@gmail.com

D. Onyshchuk, Postgraduate Student, E-mail: boenerges@ukr.net

I. Onyshchuk, Cand. Sci. (Geol.), Head of the Research Lab., E-mail: oivan1@ukr.net

Geological Faculty, Taras Shevchenko National University of Kyiv

90 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine

RESERVOIR ROCKS IN IMPACT STRUCTURES: ELECTRICAL PARAMETERS

There are 5 proven hydrocarbon sites associated with impact structures and 10 potential oil-and-gas bearing craters. The objective of the research is to estimate the petrophysical parameters of the reservoir rocks containing unconventional hydrocarbons – the prospective impact sites of the Ukrainian Shield.

An account is given of the technique used and the results of petrophysical research on complex terrigenous reservoirs. A set of experimental laboratory studies included identifying the following: density of the studied rocks (dry and saturated with mineral oil), open porosity (by nitrogen and mineral oil saturation methods), residual water saturation factor (by centrifugation), permeability (method of stationary filtration of nitrogen), interval time and P-wave and S-wave velocities, resistivity and dielectric permittivity.

Laboratory electrometric measurements of dry core samples were performed at a temperature of 20°C using a laboratory electrometric set developed on the basis of a digital teraohmmeter SA 6547 and RCL-meter MHC-1100 ensuring high-precision measurement of electrical resistance and capacity in the high frequency range using digital PC recording and special software. Laboratory electrometric measurements were performed on cylindrical rock samples (30 mm in diameter and 30 mm in height), these being a standard size and shape of the laboratory samples tested on the laboratory equipment for estimating the petrophysical parameters of rocks.

The research results showed a correlation between the petrophysical parameters and rock capacity from the well intervals of impact structures having hydrocarbon prospects. The petrographic analysis of core samples showed that among the impact structures there dominate impactites, suevites, breccias and reworked gneisses.

There have also been found inclusions of clay material, siderite, anthracolithization and pyritization. In addition, significant variations are observed in the resistivity values of the samples. Relative dielectric permittivity varies from 5.7 to 78.5. Low values of relative dielectric permittivity (<10) are typical of some types of suevites and impactites from the Boltyshka basin and breccias and gneisses from the Obolonska structure. Relative dielectric permittivity (>40) maxima are found in breccias and gneisses from the Obolonska structure. We have shown the correlation dependences between the porosity factor, the residual water factor and the decimal logarithm of dielectric permittivity. This research was the first attempt to estimate the petroelectrical parameters and their correlation with the capacitive properties of rocks from the Ukrainian impact structures.

Key words: impactites, suevites, reservoirs, porosity factor, permeability index, resistivity, dielectric permittivity.

C. Выхва, д-р геол. наук, проф., проректор, vsa@univ.kiev.ua

В. Михайлов, д-р. геол. наук, проф., декан, vladvam@gmail.com

Д. Онищук, асп., boenerges@ukr.net

И. Онищук, канд. геол. наук, зав. НИЛ, oivan1@ukr.net

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

Геологический факультет, ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ИМПАКТНЫХ СТРУКТУР

Достоверно известно пять месторождений углеводородов связанных с импактными структурами и 10 потенциально нефтегазовых кратеров. Целью проведенных исследований является оценка петрофизических параметров пород-коллекторов нетрадиционных источников углеводородов – перспективных участков импактных структур Украинского щита.

Рассматриваются особенности методики и результаты петрофизических исследований при изучении сложнопостроенных коллекторов. Комплекс лабораторных исследований включал определение: плотности пород (сухих и насыщенных керосином); открытой пористости (методами насыщения азотом и керосином); коэффициента остаточного нефтенасыщения; проницаемости (методом стационарной фильтрации азота); интервального времени и скорости продольных и поперечных упругих волн, удельного электрического сопротивления и диэлектрической проницаемости.

Лабораторные электрометрические измерения сухих образцов керна выполнены при температуре 20°C с помощью разработанного лабораторного электрометрического комплекса на базе цифрового тераомметра С.А.6547 и прецизионного цифрового RLC-метра МНС-1100, которые позволяют выполнять высокоточные измерения сопротивления и емкости в широком диапазоне частот с цифровой записью на ЭВМ по специальной программе. Лабораторные электрометрические измерения выполнялись на стандартизованных образцах горных пород цилиндрической формы диаметром 30 мм и высотой 30 мм. Выбор размеров и формы лабораторных образцов обусловлен тем, что большинство лабораторных установок для определения петрофизических параметров пород рассчитана на такие стандартизированные образцы.

Приведены результаты определения петрофизических параметров и их связь с емкостными свойствами пород из перспективных на углеводороды интервалов скважин импактных структур. По данным петрографических исследований образцов керна импактных структур определено, что по составу они относятся к импактитам, зювитах, брекчиям и измененным гнейсам.

Встречаются включения глинистого материала, сидерита, углефикация и пиритизация. По результатам лабораторных измерений установлено, что наблюдаются значительные вариации удельного сопротивления исследованных пород. Анализ полученных данных показывает, что относительная диэлектрическая проницаемость изменяется от 5,7 до 78,5. Низкими значениями диэлектрической проницаемости (<10) характеризуются некоторые разновидности зювитов и импактитов Болтиськой впадины, брекчии и гнейсы Оболонской структуры. Построены корреляционные зависимости между коэффициентами пористости, остаточного нефтенасыщения и десятичным логарифмом диэлектрической проницаемости. Впервые определены петроэлектрические параметры и установленные их корреляционные зависимости с емкостными свойствами пород импактных структур Украины.

Ключевые слова: импактиты, зювиты, коллекторы, коэффициент пористости, коэффициент проницаемости, удельное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость.