

І.М. Скопиченко

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВУГЛЕВОДНЕВИХ КОЛЕКТОРІВ МЕТОДОМ ТОЧКОВОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ЗОНДУВАННЯ

Значні дослідження, проведені під час розроблення різних колекторів, не дають вичерпної інформації щодо їхнього типу, джерела газу та шляхів його надходження до колектора. Для вуглепородних масивів дуже поширеними є дрібноамплітудні порушення. На глибинах традиційними геофізичними методами визначити зони скупчення газу немає змоги. Зважаючи на вищевказане, для визначення вуглеводневих колекторів, зокрема з різними типами тектонічних порушень, був застосований метод точкового електромагнітного зондування (МТЕМЗ). Метод МТЕМЗ успішно використовувано для моніторингу стану нафтових родовищ. Основне застосування методу знайшов під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, зокрема добре зарекомендував себе під час дослідження та завершення видобутку газу на вугільних басейнах. Метод МТЕМЗ дає змогу не тільки встановлювати місця скупчення газу в межах вугільного пласта чи вуглепородного масиву, а й виявляти джерела газу в них.

Ключові слова: метод МТЕМЗ, вуглеводневі колектори, газ вуглепородних басейнів, моніторинг стану нафтових родовищ.

ВСТУП. Значні дослідження, проведені під час розроблення різних колекторів, не дають вичерпної інформації щодо їхнього типу, джерела газу та шляхів його надходження до колектора.

Проведені геологорозвідувальні роботи під час визначення тектонічних порушень різних ступенів визначають можливі шляхи міграції. Оскільки самі порушення можуть відігравати роль як газових каналів, так і газотривів, літологічні характеристики порід є вкрай потрібними.

Для вуглепородних масивів дуже поширеними є дрібноамплітудні порушення. Відома велика кількість поверхневих методів визначення газонасичених зон у товщі. На глибинах традиційними геофізичними методами визначити зони скупчення газу немає змоги. Зважаючи на вищевказане, для визначення вуглеводневих колекторів, зокрема з різними типами тектонічних порушень, був застосований метод точкового електромагнітного зондування.

Методика та результати дослідження. МТЕМЗ є модифікацією класичного методу перехідних процесів із розширеними можливостями системи збудження – реєстрації. Умови поширення вторинного поля в літосфері були визначені внаслідок інтерпретації параметричних електромагнітних зондувань свердловин і їхнього порівняння з результатами ГС в результаті багаторічних досліджень в Якутії, а потім підтверджені авторським варіантом математичного рівняння, що використовує закон збереження енергії і рівняння Ейнштейна (Фінчук, 2005) на вугільних басейнах України, Росії, США.

З погляду класичної електродинаміки можливість пояснення «наддалекого» поширення на віддалі, що набагато перевищують потужність скіншару, стикаються із серйозними труднощами. Проте, є великий список літератури про фізичні принципи генерації таких електромагнітних сигналів. Наведемо лише невелику їхню частину тільки оглядового характеру – Шуман (2010), Гулельмі (2006), Левшенко (1995), Меньшиков (1999), Богданов (2008, 2009) тощо. Шуман виділяє кілька причин можливості зменшення загасання – від наявності резонансних частот, підмагнічувального поля тощо. Богданов підкреслює, що просторові параметри аномалій випромінювання на денній поверхні і їхнє співвідношення майже не залежать від розподілу електричних характеристик розрізу, а визначаються глибиною випромінювального елемента. Важливо, що геологічне середовище являє собою невірноважене нелінійне неоднорідне середовище, в якому багато фізичних процесів відбувається інакше, ніж в традиційно суцільних середовищах.

© І.М. Скопиченко, 2017

Сьогодні тільки результати можуть показувати нові можливості й перспективи під час вивчення геологічного середовища, підтверджуючи або спростовуючи спроби теоретичних обґрунтувань.

Метод точкового електромагнітного зондування (ТЕМ3) є модифікацією методу перехідних процесів із розширеними можливостями системи збудження – реєстрації. Фізичні основи методу детально викладені в працях (Финчук, Скопиченко, 2003 р., Финчук, Скопиченко, Новиков, 2003 р., Скопиченко, Финчук, 2015 тощо).

Метод характеризується не тільки тим, що за часом приходу електромагнітної хвилі визначаються глибини джерел, а й деякими іншими технологічними особливостями. По-перше, вимірювання проводяться в прямій і зворотній полярностях. Виявилось, що вимірювання відрізняються одне від одного і, за нашим припущенням, саме у зворотній полярності більшою мірою відображають наведене магнітне поле.

Метод ТЕМ3 успішно використовувався для моніторингу стану нафтових родовищ у Татарстані.

На рис. 1 показані результати такого моніторингу на одному з родовищ під час дослідження сейсмохвильового впливу для підвищення нафтовіддання свердловин (Керимов, 2000). Видно, що з початком роботи вібраторів день від дня відбувається збільшення інтенсивності складників електромагнітного поля на поверхні Землі. Використання вимірювань методом ТЕМ3 для контролю за зміною напруженого стану середовища засвідчило свою ефективність насамперед завдяки тому, що швидкість електромагнітних хвиль у середовищі найвища. Зміни в середовищі фіксуються в режимі реального часу (Шляховский, Финчук, Секачев, 2007, 2009).

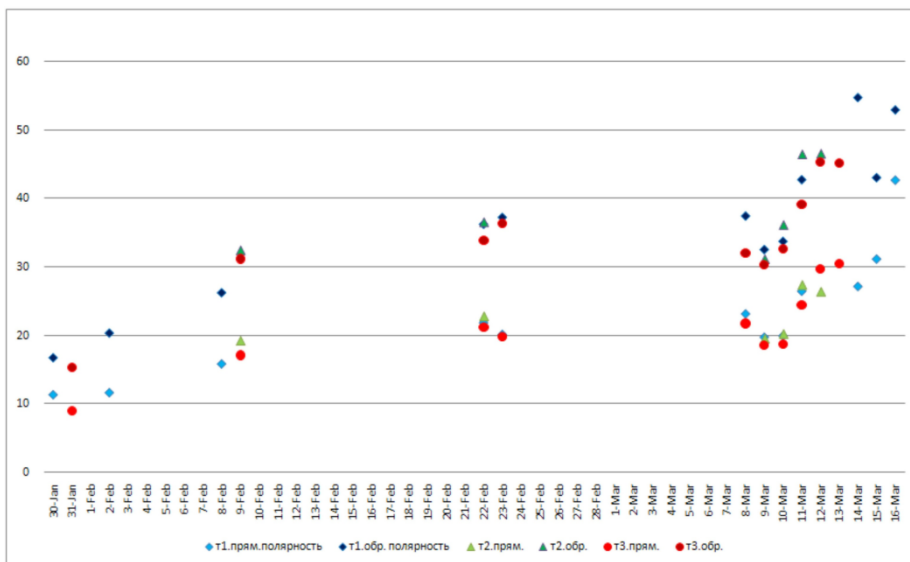


Рис. 1. Зміна інтенсивності параметрів ТЕМ3 у процесі довготривалих досліджень

На рис. 2 показано зміну електромагнітних параметрів ТЕМ3 на різних точках родовища в моменти увімкнення вібраторів (інтервал увімкнення в різні дні від 11.30 до 13.30 за місцевим часом). Аналогічно на розрізі (рис. 3) видно збільшення значення параметрів опору (напруги) в момент увімкнення вібраторів, особливо в інтервалі глибин залягання нафтового пласта. На рис. 3 показаний приклад «прояву» нафтового пласта після збільшення напруг, тоді як раніше цей пласт не виявлявся. Тобто зі збільшенням напруги в районі пласта флюїд вуглеводнів став активним. Відповідно проведення щоденного моніторингу ТЕМ3 в обраних точках родовища давало змогу відстежувати зміни напруженого стану середовища і його вплив на нафтовіддання пласта. Була

встановлена пряма залежність збільшення інтенсивності електромагнітного поля й збільшення нафтовіддання пласта внаслідок змін напруженості в середовищі.

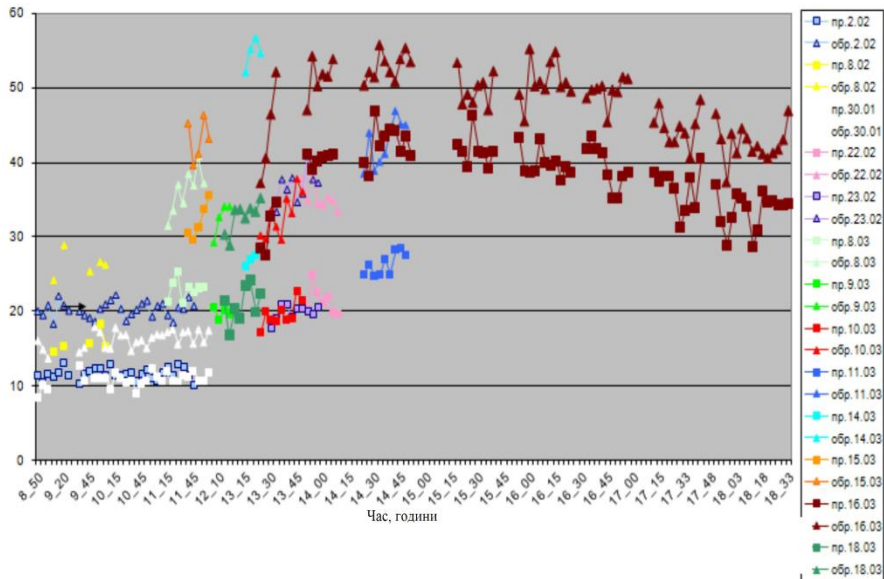
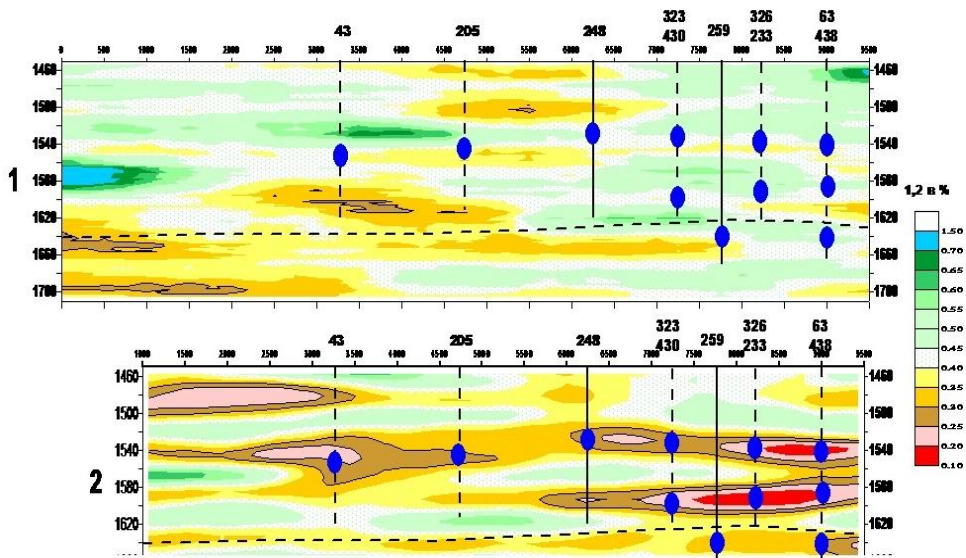


Рис. 2. Зміна електромагнітних параметрів TEM3 у моменти ввімкнення вібраторів



Вертикальні розрізи електромагнітних параметрів середовища по ПР 4

- 1 - до вібрвпливу;
- 2 - після вібрвпливу.

Умовні позначення:

- 43 - розвідувальні свердловини та їх номери;
- - інтервали глибин покладів вуглеводнів;
- - покрівля кристалічних порід;
- шш - центри спостережень TEM3;
- 3 - шкали інтенсивності електромагнітних параметрів.

Рис. 3. Розрізи електромагнітних параметрів TEM3. Татарстан

Унаслідок багаторічних досліджень ми визначили, що не тільки малі потужності електромагнітного сигналу здатні досягати великих глибин. Не меншу роль відіграє і час збудження сигналу. Так, на одній зі свердловин у процесі буріння сталася аварія, причому майже під час досягнення її проектної глибини. Для її усунення потрібно чимало часу. На усті свердловини ми провели довгострокові вимірювання (рис. 4). В інтервалі глибин залягання порід кіновського й пашийського віку майже впродовж усього часу вимірювання немає жодної аномалії, яка має відповідати нафтовому пласту. Однак керн з нафтонасичених пісковиків із зазначених горизонтів було піднято до аварії. Тоді було звернуто увагу на перші часи вступу електромагнітних сигналів (інтервал часу показаний стрілками на рис. 4а) і побудовано розріз саме цього інтервалу (рис. 4б). Можна запропонувати різні варіанти тлумачень, але ми вважаємо, що найімовірніше йдеться про те, що довіклля має властивості вибіркості. Тільки сигнали малої потужності «пропускаються», але впродовж лише невеликого відрізка часу. Тоді стає зрозумілим, чому сигнали великої потужності не збільшують глибини електромагнітних досліджень, як це передбачає більшість дослідників.

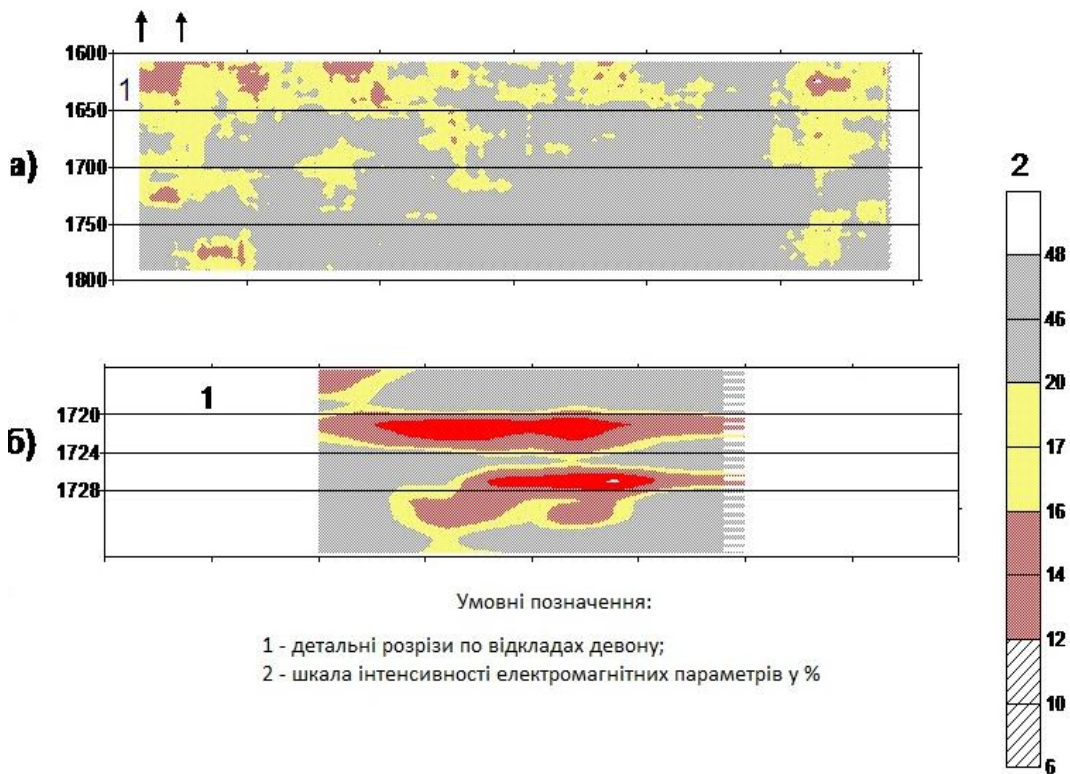


Рис. 4. Результати електророзвідки TEM3 у точці устя свердловини

І в подальших роботах під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, використовуючи накопичений досвід установлених співвідношень електромагнітних аномалій і полів напружень, ми змогли утвердитися в думці, що поля напружень відіграють істотну роль у формуванні родовищ.

Метод TEM3 був застосований для визначення роботи газових свердловин на території вугільних басейнів. За результатами дослідження побудована карта розподілу дебіту газу у свердловинах одного з вугільних родовищ басейну San Juan (США).

Під час досліджень на Томашівській ділянці й ділянці в межах шахтного поля шахти ім. О.Ф. Засядька Донецького басейну визначені можливі шляхи міграції газів із глибини. За результатами встановлено, що накопичення газів відбувається постійно. Природні

коллектори утримують його доти, доки тиск зверху вищий від його внутрішнього. У разі перевищення тиску вище можливого газ мігрує вгору по тріщинуватих зонах і накопичується в допустимих кількостях в інших колекторах. Подібним чином газ збирається у вугільних пластах.

Цей приклад застосування методу TEM3 демонструє можливості методу не тільки під час установлення місць скупчення газу в межах вугільного пласта, але й виявлення колекторів у вуглепородних масивах та знаходження джерела газу, зокрема й глибинного.

Висновки. Основне застосування методу знайшов під час пошуку й розвідки родовищ вуглеводнів, зокрема добре зарекомендував себе метод під час дослідження та завершення видобутку газу на вугільних басейнах України й США.

Метод TEM3 дає змогу не тільки встановлювати місця скупчення газу в межах вугільного пласта чи вуглепородного масиву, а й виявляти джерела газу в них.

Зважаючи на вищевказане, з використанням даних про тектонічні порушення та літологічні особливості метод TEM3 є найінформативнішим під час визначення потенціалу та ділянок для закладання свердловин на видобуток газу.

Метод TEM3 засвідчив високу ефективність під час пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів як у традиційних, так і нетрадиційних колекторах. За результатами досліджень можна визначати канали міграції газів із глибин та доводити, що накопичення газів відбувається постійно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гулельми А.В. Проблемы физики геоэлектромагнитных волн (обзор) // Физика Земли. 2006. №3. С.3-16.
2. Левшенко В.Т. Сверхнизкочастотные сигналы литосферного происхождения: автореф. дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. Москва: ЦГЭМИ ИФЗ. 1995. 36с.
3. Меньшиков Л.И. Сверхизлучения и некоторые родственные явления // Успехи физ. наук. 1999. 169, №2. С.113-154.
4. Шуман В.Н. Электромагнитная эмиссия литосферы: новые экспериментальные результаты и анализ проблемы // Геоинформатика. 2010. №3. С.79-93.
5. Финчук В.В. Скопиченко И.М. Метод точечного электромагнитного зондирования и его возможности. В сб. «Экология і природокористування». Дніпропетровськ. Вип. 6. 2003 р. С. 169-172.
6. Финчук В.В. Скопиченко И.М., Новиков А.В. Метод точечного электромагнитного зондирования. Теория и способы обработки. В сб. «Экология і природокористування». Дніпропетровськ. Вип. 6. 2003 р. С. 173-178.
7. Шляховский В.А. Финчук В.В., Секачев Л.Н. Опыт использования геофизических методов при поиске залежей углеводорода // Интерва. 2007. №10. С.60-63.
8. Шляховский В.А. Финчук В.В., Секачев Л.Н.. Методика и методы выявления геологической опасности // Геологические опасности. Матер. XV Всеросс. конф. Архангельск. 2009. С. 501-504.

REFERENCES

1. Gulelmi A.V. 2006. Problems of the physics of geoelectromagnetic waves (review). Physics of the Earth. no. 3, p. 3-16. – in Russian
2. Levshenko V.T. 1995. Ultra low-frequency signals of lithospheric origin: author's abstract ... Dr. Phys.-Math. Sciences – Moscow, 36 p. – in Russian
3. Menshikov L.I. 1999. Superradiance and some related phenomena. Successes physics Sc. 169, no. 2, p. 113-154. – in Russian
4. Shuman V.N. 2010. Electromagnetic emission of the lithosphere: new experimental results and analysis of the problem. Geoinformatics. no. 3, p. 79-93. – in Russian
5. Finchuk V.V. Skopichenko I.M. 2003. Method of point electromagnetic sensing and its capabilities. In the collection "Ecology and Nature Management". iss. 6, p. 169-172. – in Russian
6. Finchuk V.V. Skopichenko I.M., Novikov A.V. 2003. Method of point electromagnetic sensing. Theory and methods of processing. In the collection "Ecology and Nature Management". iss. 6, p. 173-178. – in Russian
7. Shlyakhovskiy V.A. Finchuk V.V., Sekachev L.N. 2007 Experience of usegeophysical methods in the search for hydrocarbon deposits. Interval. no.10, p. 60-63. – in Russian

8. *Shlyakhovsky V.A. Finchuk V.V., Sekachev L.N. 2009. Methods and methods of detection Geological hazards. Conference proceedings. Arhangelsk, p. 501-504. – in Russian*

I.M. Skopychenko

DETERMINATION OF THE PECULIARITIES OF HYDROCARBON COLLECTORS BY OF POINT ELECTROMAGNETIC SENSING METHOD

Many studies conducted in the development of various reservoirs do not provide information on their type, source of gas and the ways of its flow to the reservoir. For carbon-rock massifs, small-amplitude disturbances are very common. There is no possibility for traditional geophysical methods to determine zones of gas accumulation at depths. Taking into account the above, the method of point electromagnetic sounding was used to determine the hydrocarbon reservoirs, including various types of tectonic disturbances. The TEMS method was successfully used to monitor the state of oil fields. The main application of the method was found in prospecting and exploration of hydrocarbon deposits, in particular, it proved itself well in the exploration and verification of gas production on coal basins. The TEMS method allows to establish not only places of gas accumulation within a coal seam or coal-bearing massif, but to identify sources of gas in them.

Key words: TEMS method, hydrocarbon collectors, gas of coal basin, monitoring of the state of oil fields.

И.М. Скопиченко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УГЛЕВОДОРОДНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕТОДОМ ТОЧЕЧНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Значительные исследования, проведенные при разработках различных коллекторов, не дают информации об их типе, источнике газа и путях его поступления к коллектору. Для углепородных массивов очень распространены мелкоамплитудные нарушения. На глубинах традиционными геофизическими методами определить зоны скопления газа нет возможностей. Учитывая вышеуказанное, для определения углеводородных коллекторов, в том числе с различными типами тектонических нарушений, был применен метод точечного электромагнитного зондирования. Метод ТЭМЗ успешно использовался для мониторинга состояния нефтяных месторождений. Основное применение метод нашел при поиске и разведке месторождений углеводородов, в частности хорошо зарекомендовал себя при исследовании и заверке добычи газа на угольных бассейнах. Метод ТЭМЗ позволяет не только устанавливать места скопления газа в пределах угольного пласта или углепородного массива, а и выявлять источники газа в них.

Ключевые слова: метод ТЭМЗ, углеводородные коллекторы, газ углепородных бассейнов, мониторинг состояния нефтяных месторождений.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ
Скопиченко Ігор Михайлович
E-mail: i.skopychenko@gmail.com

Стаття надійшла: 16.11.2017