AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su profundo agradecimiento al profesor auxiliar del Instituto de Minas de Leningrado Georgy Nikolaevich Shablinsky y al investigador titular del Instituto de Geología de la Unión (Leningrado), Konstantin Mijailovich Judoley, por la ayuda prestada al confeccionar el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. BOVENKO, V. G., B. E. Zherbakova y J. Hernández: "Nuevos datos geofísicos sobre la estructura profunda de Cuba oriental". En Revista Sovietskaya Geologia, 1980, no. 9 (en ruso).

2. KRAVTSOV, G. G.: "Algoritmización de los procesos de determinación de los parametros de las formaciones geologicas en base a las anomalías magneticas y gravitacionales". Autorreferencia de tesis de candidatura. Instituto de Minas de Leningrado, 1977 (en ruso).

CDU 550.835:553.98 (729.1) © Revista Minería y Geología, Cuba

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL EMPLEO DEL METODO DE POLARIZACION INDUCIDA PARA EL PRONOSTICO DE LAS POSIBILIDADES PETROGASIFERAS DE LA REPUBLICA DE CUBA

RESUMEN

En el trabajo se ofrece un análisis del empleo del método de polarización inducida para la búsqueda directa de yacimientos petrogasíferos en el territorio de la República de Cuba.

La formación de pirita epigenética asociada a los depósitos de hidrocarburos explica la naturaleza de las anomalías de la polarizabilidad aparente, lo que posibilita la utilización del método de polarización inducida. Las características físico-químicas de los petróleos cubanos permite suponer la existencia de anomalías de la polarizabilidad aparente sobre las estructuras que los contienen.

Finalmente el autor propone la metodología de los trabajos de campo para las condiciones de Cuba.

У.Д.К.550.835:553.98 (729.I)

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ КУБА

Резюме

В статье дается анализ использования метода вызванной поляризации для прямых поисков нефтегазовых месторождений на территории Республики Куба.

Образование эпигенетического пирита, связанного с залежами углеводородов, объясняет природу аномалий кажущейся поляризуемости, которые делают возможным применение метода вызванной поляризации. Физико-химические характеристики кубинских нефтей позволяют предположить существование аномалий кажущейся поляризуемости над содержащими их структурами.

В заключение автор предлагает методику полевых работ /методом вызванной поляризации/ в условиях Кубы.

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL EMPLEO DEL METODO DE POLARIZACION INDUCIDA PARA EL PRONOSTICO DE LAS POSIBILIDADES PETROGASIFERAS DE LA REPUBLICA DE CUBA

Ing. José Antonio Díaz Duque
Candidato en Ciencias Geólogo-Mineralógicas
Asistente, Vicerrector de Investigaciones del CUPR

INTRODUCCION

Por mucho tiempo se ha estado trabajando en la búsqueda y el establecimiento de métodos que permitan estimar directamente la presencia de petróleo y gas en las estructuras o trampas detectadas por el complejo de métodos geofísicos, en particular por los métodos sísmicos, con el objetivo de precisar aún más la ubicación, e incluso la reducción,.de los costosos pozos de petróleo.

En el presente trabajo se expresan algunos criterios sobre las perspectivas de la utilización del método de polarización inducida en nuestro país con la finalidad de evaluar las posibilidades petrogasíferas de las zonas previamente detectadas e investigadas por otros métodos.

METODO DE POLARIZACION INDUCIDA

El método de polarización inducida (PI) forma parte del grupo de métodos electroquímicos de la Exploración Eléctrica [10] y está basado en la observación sobre el terreno de los campos de las rocas y de los cuerpos geológicos polarizados, cuya polarización es inducida por un campo exterior y posee una naturaleza electroquímica.

Para la observación de la polarización inducida, se hace circular por un sistema de electrodos de alimentación generalmente una corriente continua. Durante el tiempo

que circula esta corriente, denominada polarizante, entre los electrodos de medición surge una diferencia de potenciales, cuya magnitud está determinada por la intensidad de la corriente, por la disposición relativa del sistema de electrodos y por el carácter del corte geoeléctrico; se trata de la diferencia de potenciales que se mide en todas las variantes del método de resistividad y que se representa por ΔU_{ra}.

Luego de la desconexión de la corriente, entre los electrodos de medición se observa una cierta diferencia de potenciales remanente que disminuye con el tiempo hasta cero, cuya existencia se explica por la polarización del volumen de rocas por el que ha pasado la corriente eléctrica polarizante. A esta diferencia de potenciales remanente se le denomina diferencia de los potenciales inducidos y se identifica por ΔU_{PI}.

La relación porcentual entre ΔU_{PI} y ΔU_{ra}, denominada polarizabilidad, y representada por la letra griega η, es el parámetro que se emplea en el método de polarización inducida descrito para el estudio del corte geológico, el cual para un medio heterogéneo se denomina polarizabilidad aparente, η_a:

$$\eta_a = \frac{\Delta U_{PI}}{\Delta U_{ra}} \cdot 100\ \%$$

El estudio del fenómeno de la PI [2] ha demostrado que al pasar la corriente polarizante por un objeto mineral, que se halla rodeado por una roca de conducción iónica y que contiene en sus poros humedad natural, la capa limítrofe del electrolito adquiere un potencial positivo en la superficie del objeto mineral y a causa de la distribución de los iones del electrolito se crea una capa eléctrica doble, cuya existencia se mantiene por la corriente circulante. El objeto mineral se polariza. Al desconectar la corriente comienza la descarga de la capa doble y se restablece la distribución neutra de los iones en el electrolito. Este campo secundario que disminuye hasta cero en un cierto intervalo de tiempo es el campo de la polarización inducida, caracterizado por la magnitud observable ΔU_{PI}.

Las investigaciones realizadas han arrojado que los campos de PI son débiles en los objetos de conducción iónica (rocas que no contienen minerales impregnados, en comparación con los objetos de conducción electrónica (minerales o rocas con impregnación mineral significativa), en una relación de 1 a 10.

FUNDAMENTACION DEL EMPLEO DE LA POLARIZACION INDUCIDA PARA EL PRONOSTICO DE LAS POSIBILIDADES PETROGASIFERAS

Numerosos trabajos de campo realizados por el método de polarización inducida en la Unión Soviética [1,3] muestran que en una serie de yacimientos de petróleo se detectan anomalías intensas de la polarizabilidad aparente. En todos los casos analizados la naturaleza de las anomalías detectadas se explica por la existencia de una diseminación de pirita epigenética, cuya formación se relaciona con la influencia de los depósitos de hidrocarburos [3].

La comprobación de esta hipótesis fue lograda mediante la realización de investigaciones especiales geólogo-geofísicas, que incluían la perforación de pozos profundos con toma de muestras (dentro de la zona anómala y fuera de ella) con la realización posterior de carotage discreto de PI en ellos.

El estudio de los testigos durante las investigaciones especiales realizadas [3] demostró que los altos valores de la polarizabilidad de las rocas registrados con el

carotage discreto, están relacionados principalmente con las capas arenosas con presencia de pirita diseminada. Mediante el análisis petrográfico fue establecido el carácter epigenético de la mineralización de pirita, la cual sólo se presentaba dentro de los límites de los depósitos petrogasíferos.

La formación de concentraciones elevadas de los sulfuros diseminados se explica por la reducción de los sulfatos disueltos en las aguas de los estratos por los hidrocarburos directamente del depósito y también por su aureola o en los caminos de la migración hacia la trampa. La reducción de los sulfatos por los hidrocarburos (proceso de sulfarreducción) conduce a la acumulación de sulfuro de hidrógeno:

$$SO^{=}_4 + 2\ C_{org} \longrightarrow S'' + 2\ CO_2\ ;$$

al mismo tiempo, bajo la influencia de los hidrocarburos el hierro oxidado se convierte en hierro divalente:

$$2\ Fe_2O_3 + C_{org} \longrightarrow 4\ FeO + CO_2\ ;$$

el sulfuro de hidrógeno como reductor activo, al desplazarse con las aguas por los poros y grietas de las rocas, interactúa con los compuestos divalentes de los metales y los metales y los convierte en sulfuros:

$$2\ FeO + 4\ S'' \longrightarrow 2\ FeS_2 + O_2$$

De esta forma tiene lugar la piritización de las capas petrolíferas y de los depósitos suprayacentes. Durante este proceso, en las capas superiores del corte, con la presencia de grandes cantidades de oxígeno, el sulfuro de hidrógeno se oxida hasta convertirse en azufre, cuya formación frecuentemente se acompaña con los yacimientos petrogasíferos [1] .

Lo anterior permite afirmar que la presencia de pirita epigenética puede servir como un indicio de búsqueda de los depósitos de petróleo y gas, cuya existencia en los mismos ha sido señalada reiteradamente en la literatura geológica [1, 3, 5, 6] . Todo ello conduce a considerar la posibilidad de la utilización práctica del método de polarización inducida en las búsquedas de yacimientos petrogasíferos.

POSIBILIDADES DE LA UTILIZACION DEL METODO DE POLARIZACION INDUCIDA PARA LA BUSQUEDA DE PETROLEO EN LAS CONDICIONES DE CUBA

La historia del empleo del método PI en nuestro país está limitada a las búsquedas de yacimientos de minerales sólidos y específicamente los sulfurosos. En general para la búsqueda de yacimientos petrogasíferos en Cuba no se han empleado los métodos eléctricos, incluidos los electroquímicos. Existe una limitada pero importante experiencia en la utilización de la Exploración Eléctrica para estudios regionales, a través de los métodos magnetotelúricos, de variación magnética y de establecimiento del campo [7, 8, 9] . No obstante es oportuno meditar acerca de la introducción del método de PI en el complejo de métodos geofísicos para la búsqueda de petróleo y gas en nuestro país.

El análisis de las características físico-químicas de los yacimientos de petróleo de Cuba [4] muestra que en lo general el contenido de azufre en ellos es alto, alcanzando en por ciento del peso 6,97 en Boca de Jaruco y 7,0 en Varadero. Por otra parte, en la composición de los gases interviene significativamente el sulfuro de hidrógeno en los horizontes productivos y que en los yacimientos señalados alcanza, en por ciento de volumen, 1,65 y 2,14, respectivamente.

De manera particular resulta interesante señalar la extraordinaria contaminación de pirita epigenética en casi todo el territorio de la provincia de Pinar del Río, así como destacar el papel desarrollado por el carbono orgánico en la formación del yacimiento polimetálico Santa Lucía, en cuyos sedimentos primarios debió encontrarse más del 10 % de sustancia orgánica [11] , cuyos orígenes pudieran estar vinculados directa o indirectamente con la presencia de depósitos petrogasíferos en la profundidad.

Es criterio del autor que por los indicios existentes, incluyendo la profundidad de los depósitos conocidos, es conveniente realizar trabajos experimentales de campo con vista a valorar las posibilidades del empleo del método de PI para la detección directa de petróleo en las estructuras conocidas.

Estos trabajos experimentales deberán consistir en la realización de sondeos eléctricos verticales de polarización inducida (SEV-PI) en puntos dentro y fuera de la proyección de los horizontes productivos en la superficie terrestre, situados en un sistema de perfiles distribuidos perpendicularmente a la extensión del objeto perspectivo. La distancia entre los electrodos de alimentación deberá oscilar entre 3 y 5 km, con un paso entre los puntos de sondeo aproximadamente entre 0,5 y 1 km . Es recomendable la utilización de la estación soviética VP-62 con registro oscilográfico en el régimen de impulsos largos para obtener todo el proceso de descarga, conectada a una potente estación generadora del tipo ERS-67. La realización del carotage de PI en el interior y el exterior de las zonas anómalas detectadas por los sondeos sería muy útil para la evaluación de los resultados del método en este tipo de investigación.

La ejecución de estos trabajos experimentales en Cuba permitiría evaluar las posibilidades de la utilización de la PI para la búsqueda de yacimientos petrogasíferos, así como seleccionar los dispositivos, parámetros y sistemas de observación óptimos en nuestras condiciones.

CONCLUSIONES

1. La naturaleza de las anomalías de polarización inducida en los depósitos petrogasíferos está íntimamente relacionada con la reducción de los sulfatos por los hidrocarburos, lo cual conduce a la aparición de pirita epigenética en las capas suprayacentes a dichos depósitos.
2. Algunos de los yacimientos de petróleo en Cuba muestran un alto contenido de azufre y de sulfato de hidrógeno en los horizontes productivos, lo que permite suponer la existencia de anomalías de PI asociadas a los mismos.
3. La realización de trabajos experimentales de campo por el método de polarización inducida sobre los yacimientos conocidos y en zonas nuevas de estudio permitiría valorar su efectividad en la solución de la búsqueda de yacimientos petrogasíferos en Cuba.

REFERENCIAS

1. BEREZKIN, V. M. y otros: Utilización de los métodos geofísicos de exploracion para las busquedas directas de yacimientos de petroleo y gas. Ed. Niedra, Moscu, 223 pp., 1978 (en ruso).

2. KOMAROV, V. A.: Exploración eléctrica por el método de polarizacion inducida. Ed. Niedra, 2da. ed., Leningrado, 391 pp., 1980 (en ruso).

3. KRUGLOVA, Z. D. y otros: Acerca de la naturaleza de las anomalías de la polarizacion inducida en los yacimientos de petroleo de la Cuenca Precaspica. Razvedochnaya Gueofizika, v. 71, pp. 78-82, 1976 (en ruso).

4. Petróleos y gases de los yacimientos de los países extranjeros. Manual. Ed. Niedra, Moscu, 327 pp., 1977. Bajo la redacción de V. I. Visotski y A. N. Gusevaya (en ruso).

5. SCHEGLOV, A. D.: La influencia de la práctica geológica en el establecimiento de las bases del pronóstico científico de los yacimientos endogenos. Razvedka i ojrana niedr, no. 3, pp. 14-19, 1972 (en ruso).

6. SUPRONIUK, K. S.: El cambio de la coloración y del grado de piritización de las rocas permicas como un indicio de busqueda de petroleo en la cuenca Dneprovsko-Donetska. Nieftianaya i gazovaya promischliennost, no. 2, pp. 16-19, 1964 (en ruso).

7. VEDRINTSEV, G. A. y otros: "Sondeos magnetotelúricos en Cuba". Revista de la A. C. de la URSS, Sec. Fizika Ziemli, no. 4, pp. 106-114, 1979 (en ruso).

8. VEDRINTSEV, G. A. y otros: "Resultados de los sondeos de variación magnética en Cuba". Revista de la A. C. de la URSS, Ser. Fizika Ziemli, no. 5, pp. 114-119, 1979 (en ruso).

9. VEDRINTSEV, G. A. y otros: Resultados de la aplicación de la exploración electrica regional en Cuba. Prikladnaya gueofizika, v. 97, pp. 168-181, 1980 (en ruso).

10. YAKUBOVSKI, Y. V. y L. L. Liajov; Exploración eléctrica. Ed. Niedra, 4ta. ed., Moscu, 381 pp., 1982 (en ruso).

11. ZHIDKOV, A. Y. y otros: "Papel de la materia orgánica en la formación del yacimiento Santa Lucía". Revista La Minería en Cuba, no. 2, pp. 12-18, 1975.

CDU 550.81.812 (729.1)

© Revista Minería y Geología, Cuba

VIAS DE AUMENTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRABAJOS GEOLOGO-GEOFISICOS

RESUMEN

En el trabajo se resumen los principales resultados metodológicos de las investigaciones geofísicas en Cuba, en la solución de tareas regionales y locales para petróleo durante los últimos años. Se analizan las deficiencias metodológicas de los mismos y se dan las vías para el perfeccionamiento del cumplimiento de las principales tareas regionales y de búsqueda.

Se analiza con especial énfasis la metodología empleada para la realización de los trabajos de búsqueda y preparación de estructuras utilizándose los estudios sísmicos dentro del medio (PSV) como una de las vías para predecir las mejoras metodológicas en las condiciones específicas de Cuba.

У.Д.К. 550.8I.8I2(929.I)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Резюме

В работе дается обобщение главных методических результатов выполненных на Кубе в последние годы геофизических работ регионального и локального плана области нефтеносности. Анализируются методические недостатки этих работ и указываются