

4. Petróleos y gases de los yacimientos de los países extranjeros. Manual. Ed. Niedra, Moscú, 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 endógenos. 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 pirritización de las rocas permicas como un indicio de búsqueda de petróleo en la cuenca Dneprovsko-Donetska. Nefftianaya i gazovaya promischlennost, 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 eléctrica regional en Cuba. Prikladnaya geofizika, v. 97, pp. 168-181, 1980 (en ruso).
10. YAKUBOVSKI, Y. V. y L. L. Liajov; Exploración eléctrica. Ed. Niedra, 4ta. ed., Moscú, 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. 550.81.812(929.1)

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

Revista Minería y Geología, 3-83

пути совершенствования решения региональных и поисковых задач.

Особенно внимательно анализируется методология, используемая при выполнении работ по поискам и подготовке структур с использованием сейсмических исследований в окружающей среде (ПСВ) как одного из способов позволяющих предсказать методологические улучшения в специфических условиях Кубы.

VÍAS DE AUMENTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS TRABAJOS GEOLOGO-GEOFÍSICOS*

Ing. Rafael Tenreiro Pérez
J'Grupo de Geofísica del CIG**

Ing. Boris Markovich Gueiman
Candidato en Ciencias. Asesor del Grupo
de Geofísica del CIG**

Ing. Emilio García Álvarez
Subdirector de Petróleo CIG**

*Presentado al VI Concurso de las BTJ. Premio Provincial.

**Centro de Investigaciones Geológicas. Ministerio de Industria Básica, San Pedro no. 16 esq. a Obispo, Habana Vieja.

INTRODUCCION

El aumento de la efectividad de los métodos geólogo-geofísicos en las condiciones de Cuba está ligado en el momento actual de desarrollo de dos direcciones fundamentales:

La primera dirección incluye la creación y realización de un complejo racional de métodos geofísicos dirigido a la solución de tareas regionales y de búsqueda regional (reconocimiento). Esta dirección abarca:

1. La revelación y búsqueda de zonas tectónico-estructurales y de regiones de acumulación de rocas sedimentarias con posibilidades de contener trampas de petróleo y gas.
2. Estudio del relieve y la estructura del basamento sísmico, así como de la relación que existe entre su morfología y la geología de la cubierta ($J^{(?)}$ -Q).
3. Desarrollo de trabajos para el estudio de las fronteras profundas y superprofundas (desde el basamento hasta la discontinuidad de Moho y la base de la astenósfera inclusive) [9].

La segunda dirección está ligada con el perfeccionamiento de las investigaciones geofísicas (principalmente la prospección sísmica) dirigidas a la búsqueda efectiva y la consecuente preparación de estructuras capaces de servir de trampa para petróleo, así como la solución de otras tareas especiales ligadas a la búsqueda [9].

PERFECCIONAMIENTO DE LA METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS REGIONALES

El complejo dirigido de trabajos geofísicos regionales se empezó a utilizar desde el año 1972. Estos trabajos se realizaban incluso antes del triunfo de la Revolución, pero es específicamente desde este año que comenzaron a confeccionarse y a realizarse con éxito los proyectos de los trabajos regionales. Para esto se tomaron en consideración las principales direcciones de trabajo, las perspectivas pronóstico de las distintas regiones y pisos de prospección, así como las necesidades de estudio geológico general del territorio [13].

Al mismo tiempo se llevó a cabo la generalización de estos y otros trabajos, se determinaron sus etapas principales y se resolvieron cuestiones metodológicas y de interpretación compleja de los materiales obtenidos [8, 13].

Las investigaciones geofísicas incluyeron levantamientos aeromagnéticos, levantamientos gravimétricos, trabajos sísmicos de refracción (MCOR), trabajos con el método de ondas de cambio de los terremotos (ZEMLIA), reflexión (PPG), trabajos marinos precosteros, en la parte del shelf y en el margen continental [4].

A partir de los trabajos geofísicos regionales y su generalización comenzó la interpretación conjunta de los datos obtenidos. Los levantamientos gravimétricos y magnetométricos sirvieron de base para la confección del modelo geólogo-geofísico generalizado de la Isla; se dio, en su primera aproximación, la valoración pronóstico de la com-

posición de la corteza y su tipo. El análisis conjunto de los campos geofísicos potenciales permitió también juzgar sobre la naturaleza de las anomalías magnéticas y gravitacionales y determinar los principales factores generadores de anomalías [8, 10, 12, 13].

Los mapas generales confeccionados del territorio de Cuba, incluyendo los mapas de anomalías magnéticas y gravimétricas, fueron tomados en calidad de dato inicial a la par que otros datos geólogo-geofísicos para la regionalización tectónica y para la confección del mapa del basamento sísmico [3, 10].

Los mapas de anomalías gravitacionales en la reducción Bouguer emplean en un grado insuficiente los factores de compensación isostática de la corteza terrestre y en general son poco utilizables para el estudio de fronteras de densidad por debajo del complejo sedimentario [5]. Para este método existe un procedimiento especial de cálculo de reducciones. La utilización de las anomalías de Graaf-Hunter y de reducciones especiales calculadas para Cuba permiten eliminar de las anomalías ficticias de Bouguer componentes indeseables y obtener el corte de densidad de la corteza terrestre compensada isostáticamente y determinar con mayor seguridad las fronteras profundas [6]. En la confección del mapa y la interpretación de los datos de los levantamientos magnetométricos las masas generadoras de anomalías se relacionan a una superficie generalizada en virtud de la única utilización del factor de la susceptibilidad magnética. La magnetización remanente, la geometría y la colocación de los objetos magnéticos en el espacio no se tomaron en cuenta, lo que no permite valorar los efectos anómalos de los cuerpos de distintas magnetización y normarlos en profundidad [17].

En vista de esto, la utilización de la magnetometría no da el resultado esperado en el mapeo de las zonas de intrusión y la aclaración de su relación con las fallas

regionales. Por estas mismas razones la magnetometría se utiliza sólo limitadamente en la tarea del mapeo de las serpentinitas [18]

Las investigaciones sísmicas con los métodos de ondas de cambio de los terremotos (ZEMLIA), de refracción (MCOR) y de reflexión (PPC), a pesar de la densidad desigual y el insuficiente grado de acondicionamiento ayudaron considerablemente a la comprensión de muchas cuestiones de la tectónica y la constitución geológica. Las investigaciones sísmicas permitieron juzgar cuantitativamente sobre el espesor de la cubierta sedimentaria y destacar en todos los lugares fronteras seguras por la superficie del basamento sísmico y por las rocas suprayacentes, sobre todo las del Cretácico [3, 8, 10, 12, 13, 14, 17].

La interpretación compleja de los datos del Método de las Ondas de Cambio, gravimetría y magnetometría junto con los datos de refracción, permitió en todas las regiones destacar las zonas de fallas y dislocaciones regionales, bloques aislados del basamento, así como revelar los contornos y la posición espacial de las distintas zonas estructurales en las rocas sedimentarias. A la par de esto cabe destacar el carácter discreto de la determinación de los puntos de cambio por el método ZEMLIA y la considerable cantidad de fronteras de inversión obtenidas en los cortes en profundidad disminuyen la confiabilidad de las construcciones y permiten evaluarlos sólo cualitativamente [1, 2, 14, 15, 16].

Los hodógrafos de refracción se caracterizan por una gran complejidad, saltos considerables en los valores de la velocidad de frontera en cada una de las superficies de refracción y pérdida parcial o total de los horizontes; esto se explica en parte por las dificultades en el reconocimiento de las fronteras y sus cercanías y en parte por la utilización de sistemas sencillos de observación, en particular la utilización de un tramo de largo insufi-

ciente. No existen prácticamente perfiles regionales de reflexión PPC con la excepción de la parte oriental [4, 11, 17].

El desarrollo y perfeccionamiento del complejo de investigaciones geofísicas regionales en territorio de Cuba, deben eliminar las insuficiencias antes señaladas que disminuyen la efectividad del complejo de métodos geofísicos en la etapa regional. En vista de esto, tiene sentido la realización de los siguientes trabajos:

PROSPECCION GRAVIMETRICA

Realizar observaciones gravimétricas de alta precisión a lo largo de los perfiles regionales, efectuar a partir de estas observaciones cálculos cuantitativos dirigidos a los principales horizontes de la secuencia sedimentaria, superficie del basamento y fronteras profundas, así como el cálculo y la introducción de reducciones especiales, que tomen en cuenta la presencia de zonas compensadas y no compensadas de la corteza terrestre. Confección de modelos de densidad, análisis y normalización de las fronteras de las anomalías de la fuerza de gravedad por el componente espectral y su comparación con los datos de otros métodos geofísicos, con los factores estructurales y tectónicos y posiblemente con objetivos litológicos.

Además de la aclaración de cuestiones generales del territorio, las investigaciones gravimétricas pueden dar mayor información acerca de las rocas que se encuentran bajo el alóctono y los cambios litológicos que en ellas se operan.

MAGNETOMETRIA

La utilización de los materiales de los levantamientos aeromagnéticos en el complejo de los trabajos regionales y de búsqueda regional (reconocimiento) debe prever la realización de investigaciones para el estudio de la magnetización remanente de los cuerpos generadores de anoma-

lías, su ubicación en el espacio y su geometría. La magnetometría debe utilizarse más ampliamente en el mapeo de los cuerpos de serpentinita y las zonas de fallas. Las regiones más perspectivas para la utilización de la magnetometría junto con otros métodos geofísicos deben ser las de Varadero-Cárdenas y Habana-Matanzas, donde en las serpentinitas y bajo ellas se encuentran depósitos de petróleo. Para determinar la posición de las fallas y el establecimiento de los desplazamientos relativos de los bloques se hace necesario utilizar el principio de correlación de las anomalías en cruz. En caso de obtener resultados positivos será útil desarrollar semejante método a lo largo de todo el litoral norte de Cuba.

PROSPECCION SISMICA

En el complejo de trabajos regionales de búsqueda la prospección sísmica ocupa un lugar significativo ya que este método permite resolver sobre bases cuantitativas cuestiones sobre la constitución geológica regional, la búsqueda de zonas estructurales y pliegues del alóctono, paraautóctono y autóctono.

El aumento de la exactitud y la fidelidad de las construcciones por los horizontes de reflexión y refracción de interés para la búsqueda, es la dirección fundamental de la utilización conjunta de la información sísmica con otros datos geólogo-geofísicos.

Si en la magnetometría y la gravimetría el aumento de la efectividad se asocia fundamentalmente con la elaboración y la interpretación de los datos, en la prospección sísmica el papel fundamental lo desempeña la metodología de las propias investigaciones, la utilización conjunta de los métodos y sus distintas modificaciones, así como las posibilidades de obtener información digitalizada y naturalmente el nivel técnico en la elaboración de los datos,

Las deficiencias en la realización de los trabajos sísmicos son totalmente superables sobre todo en lo referente al conjunto de métodos regionales que se ha recomendado a sí mismo muy positivamente. El desarrollo de este conjunto debe ir por la vía de la inclusión del método sísmico del Sondas Sísmico Profundo que posee, en comparación con el Método de las Ondas de Cambio, un diapason dinámico más flexible y sensible para el reconocimiento y la valoración cuantitativa de las fronteras sísmicas profundas y superprofundas.

Los trabajos de refracción deben realizarse con un sistema de observación complejo y una longitud de hodógrafos de hasta 50 km y más. En algunos perfiles de refracción, importantes para el descifrado de la constitución geológica profunda, se deben realizar trabajos PPC con hodógrafos igualmente alargados. Es necesario valorar las posibilidades de probar para el mapeo de la superficie del basamento los métodos de sísmica de baja frecuencia.

Hace falta densificar la red de perfiles geofísicos regionales en primer lugar en la región occidental de Cuba, con el fin de tener una base firme para las construcciones geologotectónicas y estructurales. Los perfiles regionales deben estar amarrados a pozos paramétricos en los cuales, además del complejo obligatorio de investigaciones, se realizará el Perfilaje Sísmico Vertical, necesario para la regionalización del campo de ondas sísmico y el establecimiento de la pertenencia estratigráfica de los horizontes.

Los trabajos sísmicos regionales se deben continuar en la franja precostera con salida hacia la parte sur del golfo de México y los estrechos de la Florida y Yucatán, con vista a estudiar la estructura geológica de los mares adyacentes a Cuba occidental.

**ALGUNAS CUESTIONES DEL PERFECCIONAMIENTO
DE LA METODOLOGIA Y LA UTILIZACION CONJUNTA
DE LOS DATOS GEOFISICOS EN LA ETAPA DE BUSQUEDA**

Como se expresa anteriormente, la utilización conjunta de los métodos sísmicos en las etapas de búsqueda regional (reconocimiento), y sobre todo en la de búsqueda, está íntimamente ligada a cuestiones de perfeccionamiento de la metodología de la prospección sísmica. Factores de poca importancia son la productividad del trabajo en el campo y la calidad y la prontitud de la información sísmica; en esta dirección se ha logrado un buen nivel, pero resta por hacer.

En el momento actual, en virtud del insuficiente desarrollo metodológico se utiliza como regla general la metodología del PPC estándar (con la excepción de algunas regiones). La base de suma relativamente pequeña y la insuficiente longitud de las ramas de los hodógrafos no permiten detectar las ondas de distinta naturaleza a grandes profundidades de yacencia; además, en las condiciones de un corte de alta velocidad los parámetros cinemáticos no se pueden determinar con eficiencia, no hay posibilidades de realizar determinaciones en masa de velocidad (V PPC). Las ondas profundas reflejadas se diferencian débilmente por sus características dinámicas; esto puede estar ligado con el insuficiente diapasón de registro y por la suma no óptima originada por pequeñas diferencias cinemáticas. Los factores geológicos pueden desempeñar un papel determinado en esta situación a causa de la presencia de un corte poco diferenciado. En los cortes de tiempo se puede observar con frecuencia el empeoramiento o la ausencia de la información, lo que se puede explicar no sólo por la presencia de fallas o el empeoramiento de las condiciones de excitación o recep-

ción, sino también por los cambios de las propiedades reflectoras de las propias frenteras.

En tales condiciones, el sistema PPC 1 200 por ciento, puede resultar insuficiente. Por esta razón, a la par del estudio de las características dinámicas de las reflexiones y de la valoración de los parámetros de velocidad PPC, los trabajos sísmicos se podrán realizar con sistemas óptimos que incluyan la acumulación 2 400 por ciento, o un alejamiento máximo explosión-receptor hasta 1 800-2 000 m y la correspondiente agrupación de pozos de excitación.

El Perfilaje Sísmico Vertical es un medio para el análisis efectivo de los parámetros sísmicos del corte. En Cuba se ha acumulado una experiencia positiva en la utilización del Método de PSV, pero la cuestión de la utilización conjunta de los datos de pozo con los de la sísmica terrestre hasta el momento actual se encuentra en elaboración. El PSV permite obtener los datos necesarios para el cálculo de los sistemas óptimos del método PPC dirigido a horizontes del autóctono, ayuda a determinar con mayor exactitud la profundidad de las frenteras de reflexión, a aclarar su naturaleza y a establecer su pertenencia estratigráfica.

En la zona precostera norte la realización del PVS en la etapa de búsqueda se hace necesaria para establecer la posibilidad de obtener reflexiones reales e interpretables del autóctono y del paraautóctono. Las posibilidades de los sistemas de Perfilaje Sísmico Vertical y del Método de los Hodógrafos Invertidos deben garantizar la realización de cortes y la caracterización de los elementos de yacencia de las rocas en el espacio cercano al pozo. Esto es de especial importancia para regiones tan complejas como

Varadero, Boca de Jaruco y algunas partes de las cuencas interiores.

El análisis de los datos de PSV existentes atestigua sobre la presencia de cambios significativos de los parámetros de velocidad en las distintas secuencias estratigráficas tanto en área como en profundidad. Con excepción de la parte superior postorogénica el corte es, en general, estratificado y de alta velocidad. La detección de fronteras profundas no es una tarea fácil (estas reflexiones no poseen una expresión dinámica exacta), su seguimiento es inestable y con frecuencia no coinciden con las observaciones de superficie en el tiempo.

Para las regiones del noroeste de Cuba, en los materiales del PSV se observa una disminución brusca de la cantidad de reflexiones del autóctono J_2 , en comparación con los materiales de PPC que se caracterizan por la abundancia de fronteras y su débil expresión en los cortes sísmicos.

Este importante factor debe ser tomado en consideración en la utilización conjunta de los métodos terrestres y de pozo así como en la realización de construcciones estructurales en la zona bajo los mantos de charriages.

Para el estudio de la composición de las rocas y otros objetivos litológicos es útil incluir en el complejo de métodos de pozo sistemas de observación especiales con la consecuente separación de los distintos tipos de ondas y el análisis dinámico del campo de ondas.

Estas son las vías fundamentales para aumentar la efectividad de los trabajos geofísicos en Cuba. Todos los materiales de utilización conjunta deben estar amarrados con los datos de perforación y elaborarse con la ayuda de programas multipropósitos en las máquinas computadoras electrónicas.

REFERENCIAS

1. BOVENKO, V. y otros: "Relación entre la constitución geológica y la estructura de la corteza en el territorio de Cuba occidental". Sov. Gueol. no. 6, 1978 (en ruso).
2. BOVENKO, V. y otros: Constitución geológica profunda de la parte occidental. Tectónica y geodinámica de la región Caribe-Mexicana. Ed. Nauka, pp. 130-142, Moscú, 1980 (en ruso).
3. HERNANDEZ, G.: "Resultados de los trabajos geofísicos regionales realizados en Cuba en el período 1972-75". Resúmenes del Primer Simposio de Geofísica. La Habana, 1976.
4. HERNANDEZ, G. y otros: "Resultados principales de las investigaciones geofísicas para petróleo y gas en los años 1976-79". Resúmenes de la Segunda Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1979.
5. IPATENKO, S. y otros: "Empleo de la exploración gravimétrica para estudiar la estructura de la corteza terrestre en la isla de Cuba y los territorios adyacentes". Revista Tecnológica, no. 2, 9. La Habana, 1971.
6. IPATENKO, S. y otros: "Informe preliminar sobre los resultados de las investigaciones temáticas del Grupo de Generalización de la ENG (año 1981)". Manuscrito. Archivo CIG, 1982.
7. IVANOV, S. y M. Rodríguez: "Sobre la posibilidad de determinar el relieve de las rocas magnéticas". Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica, La Habana, 1974.
8. IVANOV, A. y otros: "El basamento de la parte occidental de Cuba según datos geofísicos". Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1974.
9. KUNIN, N.: Utilización conjunta de los métodos geofísicos para las investigaciones geológicas. Ed. Nedra. Moscú, 1972.
10. SHEIN, V. S. y otros: "Informe sobre el tema IV de Generalización Científica". Archivo CIG. Manuscrito. La Habana, 1975.

11. SHEIN, V. S. y otros: Informe sobre Tema I. "Geología de Cuba y sus mares adyacentes en relación con sus perspectivas gasopetrolíferas". Manuscrito. Archivo CIG. La Habana, 1980.
12. SHEIN, V. S. y otros: "Modelo geólogo-geofísico de Cuba y sus mares adyacentes". Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1974.
13. SHEIN, V. S. y otros: "Tectónica regional de Cuba y su plataforma marina". Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1974.
14. SHERBAKOVA, B. y otros: "Utilización del método de ondas de cambio de los terremotos para el estudio de la constitución profunda de Cuba". Resúmenes de la I Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1974.
15. SHERBAKOVA, B.: "Nuevos datos sobre la constitución geológica profunda y el carácter sísmico de la parte oriental de Cuba". Resúmenes de la II Jornada Científico-Técnica. La Habana, 1979.
16. SHERBAKOVA, B. y otros: Constitución de la corteza terrestre en Cuba occidental. Sovetskaya Geologiya, no. 6, 1977 (en ruso).
17. TENREYRO, R.: "Estructura profunda de la Cuenca Central según datos geofísicos". Resúmenes del Primer Simposium de la Sociedad Geológica de Cuba. La Habana, 1981.
18. TENREYRO, R. y G. Echevarría: "Posibilidades gasopetrolíferas del yacimiento Jarahueca". Manuscrito. Archivo CIG. La Habana, 1982.

NUEVOS DATOS FACIALES Y ESTRUCTURALES DE LA PORCIÓN CENTRO-ORIENTAL DE LA PROVINCIA DE GUANTANAMO

RESUMEN

En el presente trabajo se dan a conocer algunas características estructurales y faciales basadas en los trabajos geológicos realizados en la provincia de Guantánamo y el análisis de las correlaciones de los perfiles geológicos y descripciones estratigráficas, así como de los datos paleontológicos obtenidos, logrando de este modo establecer una serie de complejos geológicos que se distribuyen en un intervalo de tiempo que va desde el Mesozoico tardío hasta el Cenozoico.

Este artículo tiene como fin brindar una información sintética de los datos faciales y estructurales de la provincia de Guantánamo obtenidos durante una serie de levantamientos geológicos realizados por profesores y alumnos del ISMMMo a partir de 1978; a la vez se establecen una serie de esquemas paleogeográficos basados en la sedimentogénesis de las diferentes unidades litoestratigráficas, así como sus características estructurales que han servido como base para discriminar en el corte la existencia de distintos complejos geológicos.