

8. HARTEN, CH., O. Schooler, M. Giedt y A. Meyerhoff: "Geology of Central Cuba". Informe. Fondo Geológico MINBAS, 1958.
9. KEIJZER, F.: "Outline of the Geology of the Eastern Part of the Oriente Province, Cuba (E of 76° WL) with Notes on the Geology of Other Parts of the Island". Geogr. Geol. Mededeel. Phys. Geol. Reeks, ser. 2, no. 6, Utrecht, 1945.
10. KUZNETSOV, V. y V. Bassov: "Elaboración de los materiales de los pozos paramétricos, de búsqueda y exploración, división y correlación de los cortes de pozos de la República de Cuba y su plataforma". Tema I: Estratigrafía. Informe. Fondo Geológico MINBAS, 1975.
11. MARTIN, R.: "Geología del curso inferior del río Castro". Trabajo de Diploma. ISMMMOA, 1978.
12. NAGY, E., K. Brezsnianszky, A. Brito, F. Formell, D. Cbutin, G. Franco, P. Gyarmati, P. Jakus y Gy. Radocz: "Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1: 250 000". Informe. Instituto de Geología y Paleontología de la Academia de Ciencias de Cuba, 1976.
13. ROJAS, J.: "Estratigrafía de Cananova, municipio de Sagua de Tanamo, provincia de Holguín. Trabajo de Diploma. ISMMMOA, 1979.
14. VIDAL, M. y A. Guillard: "Correlación estratigráfica de los depósitos del Terciario entre Cananova y Cajimaya". Trabajo de Diploma. ISMMMOA, 1981.

ACERCA DE LA EXISTENCIA DE GEOESTRUCTURAS CIRCULARES EN CUBA ORIENTAL

RESUMEN

Se analiza la importancia de las estructuras circulares en el desarrollo geotectónico de la corteza terrestre, haciéndose énfasis en el rol que estas han jugado en la ubicación de las provincias metalogénicas. Seguidamente se demuestra la existencia de este tipo de estructuras en la zona oriental de Cuba fundamentándose la existencia de las mismas sobre la base de levantamientos geológicos y el análisis de fotos aéreas y cósmicas.

О СУЩЕСТВОВАНИИ КОЛЬЦЕВЫХ ГЕОСТРУКТУР В ВОСТОЧНОЙ КУБЕ

Резюме

Анализируется значение кольцевых структур в геометрическом развитии земной коры, причем особо выделяется роль, которую они сыграли в распределении металлогенических провинций. Далее показывается наличие этого типа структур в восточной зоне Кубы, причем существование их обосновывается на базе геологических съемок и анализа космических и воздушных фотоматериалов.

ACERCA DE LA EXISTENCIA DE GEOESTRUCTURAS
CIRCULARES EN CUBA ORIENTAL

Ing. José Rodríguez Pérez
Candidato en Ciencias Geólogo-Mineralógicas
Profesor Auxiliar
Departamento de Geofísica del ISMMMOa

Ing. Mario Campos Dueñas
Asistente del Departamento de Ciencias
Geológicas Básicas del ISMMMOa

INTRODUCCION

El descubrimiento de geoestructuras circulares en diversas áreas del planeta llama la atención, desde algunos años, de geólogos y geofísicos. Este interés ha aumentado sobre todo en los últimos años debido a la frecuente relación encontrada entre estas estructuras y los yacimientos de minerales sólidos, de petróleo y de gas.

En Cuba hasta el presente sólo ha sido publicado un trabajo al respecto y el mismo se refiere a la existencia de una estructura circular en la parte central de Cuba oriental. Este trabajo fue realizado por los investigadores D. Coutin, E. Nagy y F. Rivero [2].

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer los diferentes tipos de estructuras circulares que más frecuentemente se citan en la literatura así como la presencia de varias estructuras de este tipo en Cuba oriental, haciéndose énfasis en su estrecha relación con las zonas maníferas de la región.

Concepciones genéticas sobre las estructuras circulares
Al analizar las fotos de cualquier región, tomadas desde satélites artificiales, así como las obtenidas por foto-

montajes de pequeña escala, se suelen detectar geoestructuras lineales, plicativas y circulares. Desde el punto de vista geológico las dos primeras están ampliamente estudiadas, habiéndoseles dedicado innumerables tratados de geología regional y geotectónica. Mucho menos lo están las estructuras circulares, a pesar de que ellas también desempeñan un papel sustancial en la estructura geológica de la región. Estas estructuras, además, se revelan frecuentemente en los campos físicos de la región, así como en cualquier tipo de formación geológica inclusive en la cobertura sedimentaria. En este caso las estructuras circulares son una especie de estructura refleja, heredada de los pisos estructurales infrayacentes. El mecanismo de transmisión de la estructura circular a las formaciones geológicas más jóvenes es el mismo que produce los pliegues reflejos de la cobertura. Es decir, en el caso de un fundamento poco consolidado en el que continúe la formación de pliegues longitudinales en la cobertura, surgen pliegues reflejados transversales que repiten los del fundamento en forma suavizada desarrollándose prolongadamente como estructuras consedimentarias. Todo esto ha sido confirmado por los levantamientos fotográficos y geofísicos realizados desde el cosmos en los últimos años.

Varios investigadores [3,4,6,7] consideran que el origen de las estructuras circulares se remonta a la etapa arqueo-catargenética del desarrollo de la corteza terrestre. En esa etapa, la formación de estructuras plegadas de orden superior se produjo como resultado del levantamiento de grandes masas de material reomorfizado de la corteza terrestre; en este caso, la formación en el plano de pequeñas estructuras plegadas fue condicionada por el levantamiento irregular de las masas reomorfizadas cuasiplásticas.

Las grandes formas estructurales así formadas han sido denominadas por L. I. Salop [6] "óvalos plegados" y por S. N. Carey [1] "reones". Estas estructuras, según ellos, tienen una simetría aproximadamente central y vistas en el plano tienen forma de óvalos, con determinada actividad tectónica. Ellos consideran que en los relictos de esta protocorteza las zonas comprendidas entre los "óvalos plegados" tienen carácter pasivo desde el punto de vista tectónico.

V. I. Salop [7] considera que estos óvalos plegados están formados por núcleos de gneis y de granitos antiguos, ampliamente distribuidos en las regiones de escudo como por ejemplo en la península de Kola en la URSS. Los partidarios de esta hipótesis consideran que estos "óvalos" representan los primeros núcleos de consolidación de la corteza terrestre y por lo tanto una zona de engrosamiento de la capa granítica. Estos núcleos en épocas posteriores ascendieron en su totalidad o por lo menos en sus partes centrales bajo la acción de la ley de la isostasia, sirviendo de regiones de suministro de material a las cuencas sedimentarias más antiguas. Probablemente estos sedimentos primarios dieron también origen a núcleos duros a causa de los procesos de reomorfismo primario de la corteza terrestre. En su forma primaria las estructuras circulares de esta génesis pueden haberse conservado solamente en aquellas regiones donde no hayan existido etapas de plegamientos intensos.

Por tal razón es poco probable que se encuentre alguna de estas formas en Cuba oriental, aunque no se excluye la posibilidad de que en el fundamento prejurásico de la parte más occidental de Cuba oriental pudieran encontrarse estructuras circulares cuya génesis fuese la descrita anteriormente.

Una segunda variante de formación de núcleos primarios que pueden originar estructuras circulares la constituyen los creados por intrusiones graníticas.

En los núcleos de los macizos graníticos generalmente se encuentran frentes de migmatización y anatexia los que forman o adquieren una estructura circular. L. I. Salop [7] propone dividir estas formas plegadas en óvalos gneisíticos y cúpulas gnéisico-graníticas. La experiencia internacional del estudio de las estructuras circulares confirma que ambas formas pueden estar presentes en las zonas de granitización. En muchos macizos se observan cúpulas y columnas soldadas entre sí. La existencia de un tronco común o fundamento para las estructuras circulares de origen migmatítico-gneisítico y granítico ha sido detalladamente estudiada en algunas regiones por la exploración sísmica. En los núcleos de estas estructuras migmatíticas a veces se encuentran granitos sensu strictus.

Varios autores consideran que en las formaciones graníticas del fundamento pueden desarrollarse bloques independientes que durante el desarrollo geosinclinal de una región adquieren movilidad y sus oscilaciones se reflejan en los pisos superiores mediante estructuras circulares.

En Cuba oriental, sin lugar a dudas, muchas estructuras circulares pueden tener este origen, pues como se sabe, en grandes áreas de la parte sur de la provincia de Santiago de Cuba y en la parte central de las provincias de Las Tunas y Camagüey, las formaciones graníticas tienen una amplia distribución, razón por la que no es de extrañar que en zonas aledañas a estas intrusiones existan apófisis que determinen en las formaciones sobreyacentes estructuras circulares de esta génesis. Un tercer tipo de estructuras circulares lo son las originadas por aparatos de

origen vulcanógeno, o sea, cuerpos volcánicos fósiles (conos) que se detectan directamente en el terreno o que pueden, al igual que en los casos anteriores, reflejar su presencia en los sedimentos que los sobreyacen. Este tipo genético de estructura circular debe ser muy común en el país ya que, como es sabido, las formaciones vulcanógeno-sedimentarias cubren extensas regiones del mismo y prácticamente en las regiones donde no afloran estos sedimentos, en la mayoría de los casos, ellos existen en profundidad. Sobre la formación de este tipo de estructura, el lugar que ocupan en la historia geológica de una región, su ubicación espacial, etcétera, existe una amplia bibliografía.

Las estructuras circulares de este tipo se detectan en fotografías de diferentes escalas (desde las grandes escalas hasta las cósmicas). Por tal razón no nos detendremos más en su descripción.

Un cuarto grupo genético de estructuras circulares son aquellas que se refieren a las de origen meteorítico. Al respecto hay que señalar que esta cuestión es muy debatida actualmente, no siendo aceptado por muchos tectonistas la existencia de este tipo de estructura. Los partidarios de esta génesis [5] refieren todas las grandes morfoestructuras circulares (incluso las estructuras enterradas) que no están directamente relacionadas con los procesos magmáticos y vulcanógenos al tipo meteorítico. Estas conclusiones se basan en gran medida en el estudio de las huellas del metamorfismo "explosivo" y la morfología de las mismas estructuras, desconociendo en gran medida las particularidades de la estructura geológica profunda en las regiones de desarrollo de estas estructuras. Sin lugar a dudas, no puede excluirse la posibilidad de que se conserven, en casos excepcionales, las huellas de la caída de grandes meteoritos sobre la Tierra; sin embargo, tal tipo

de estructura sólo podía ejercer influencia en el desarrollo posterior de la geología del área, en el caso de que en el acto del impacto hubiera penetrado una gran masa al interior de la corteza terrestre y que se conserve en ella hasta el presente. En este caso, las anomalías geofísicas que se detectarían sobre tales estructuras serían significativas. De no ser así, la influencia de la estructura formada en la geología de la zona sería muy efímera, motivado por su pasividad tectónica y la ausencia de interrelación entre los procesos que dieron origen a la estructura y los procesos internos. Por eso en el paisaje actual sólo pueden ser localizadas estructuras jóvenes, de este tipo, sobre todo en el caso de nuestro clima donde los procesos de meteorización y erosión desempeñan un activo papel.

En lo referente a la relación existente entre las estructuras circulares y los yacimientos y manifestaciones de mineralización endógena hay que señalar que hasta hace poco tiempo se consideraba que las estructuras circulares sólo tenían importancia metalogénica en las regiones de escudo, donde se había establecido una cierta regularidad entre la presencia de estructuras circulares y la ubicación de las provincias metalogénicas. Sin embargo, en los últimos años [8,9,12] se confirma el importante rol que estas estructuras representan en el control de la mineralización endógena, tanto en las plataformas activadas como en las regiones de plegamientos. En estas áreas, como por ejemplo en Cuba oriental, las estructuras circulares a veces aparecen en las fotos aéreas y cósmicas de una manera muy encubierta, observándose en algunos casos sólo algunos rasgos aislados, que atestiguan sobre la presencia de una estructura de este tipo. Por tal razón la observación detallada de cualquier indicio de presencia de estructura circular en una región debe ser la pauta a

seguir en este tipo de investigación, ya que en varias regiones del mundo como por ejemplo en la URSS [10,11,12] ha sido establecido que la mayoría de las estructuras circulares relacionadas con procesos endógenos, controlan la presencia de las manifestaciones y yacimientos minerales de la región donde están ubicadas.

MATERIALES Y METODOLOGIA UTILIZADA

En la investigación fueron utilizados materiales y datos de la siguiente procedencia:

- fotos cósmicas del satélite de la NASA Earth's E-1202 del 10 de febrero de 1973;
- montaje fotográfico a partir de fotoesquemas 1:160 000, además fotos aéreas a escala 1:62 000 y 1:37 000 de las provincias orientales;
- mapas geofísicos gravimétricos, magnetométricos y sísmicos de diversas áreas de Cuba oriental;
- mapas geológicos y materiales geológicos elaborados durante el levantamiento geológico a escala 1:250 000 de las provincias orientales por la Brigada Cubano-Húngara del Instituto de Geología de la Academia de Ciencias de Cuba.

En la realización del trabajo fue seguida la siguiente metodología:

- análisis de las fotos cósmicas y los fotoesquemas a escala 1:160 000, con el objetivo de localizar todas las morfoestructuras circulares;
- comparación de estas estructuras con los diferentes mapas geólogo-geofísicos con el fin de correlacionarlas con anomalías de otro tipo;
- análisis de las fotos aéreas de mayor escala con el objeto de determinar rasgos del drenaje además de la comprobación de la existencia real de la estructura;

- generalización de todos los datos obtenidos;
- confección del mapa de las morfoestructuras circulares de Cuba oriental.

ESTRUCTURAS CIRCULARES DE CUBA ORIENTAL

Como puede observarse en la Figura 1, en Cuba oriental las estructuras circulares tienen una amplia distribución; las mismas han sido claramente observadas en primer lugar en las fotos cósmicas y aéreas, así como reveladas en los campos geofísicos. Estas estructuras tienen dimensiones muy variables que pueden enmarcarse entre 4 y 40 km .

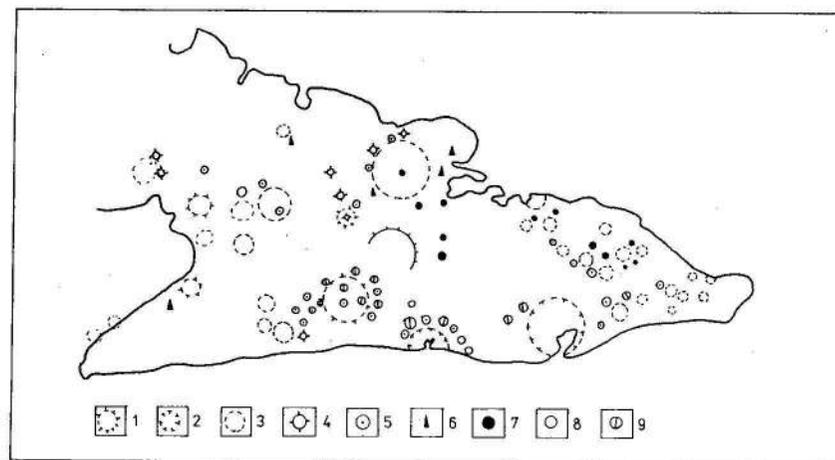


Fig. 1. Esquema de las estructuras circulares de Cuba oriental.

1. estructuras circulares en las que predominan los levantamientos;
2. estructuras circulares en las que predominan los hundimientos;
3. estructuras circulares en las que no se ha definido la dirección de los movimientos;
4. manifestaciones de oro y plata;
5. yacimientos y manifestaciones de cobre;
6. manifestaciones de hidrocarburos;
7. yacimientos y manifestaciones de cromo;
8. yacimientos y manifestaciones de hierro metasomático;
9. yacimientos y manifestaciones de manganeso.

El carácter de los movimientos neotectónicos en ellas es variable; en algunos casos se observan levantamientos; en otros hundimientos, varias estructuras sólo se reflejan morfológicamente en los rasgos del terreno, resultando imposible con los materiales de que se dispuso dar una dirección de su desarrollo.

Del análisis conjunto del esquema de las estructuras circulares de la Figura 1, con los levantamientos geofísicos totales y parciales de la región (gravimétrico, magnético, estudios sísmicos), se detecta en casi todos los casos coincidencia de las estructuras con una o más anomalías geofísicas.

Es de destacar el hecho de que estas estructuras circulares se manifiestan prácticamente en todos los tipos de formaciones geológicas de la región así como en cualquier tipo de paisaje geomorfológico, desde zonas montañosas hasta llanuras; sin embargo, las áreas de menor desarrollo de ellas lo son las zonas cubiertas por rocas ultrabásicas, por lo menos en lo que se refiere a estructuras con diámetros superiores a los 4 km, ya que en fotos aéreas de gran escala, en las rocas ultrabásicas (en las áreas de desarrollo de corteza de intemperismo), se detectan numerosas pequeñas estructuras circulares de carácter erosional.

Otra regularidad que también se ha podido detectar lo es la mayor concentración de estructuras de este tipo donde se suponen existan grandes fracturas, por ejemplo, a lo largo de la dirección golfo de Guacanayabo-bahía de Nipe; también en la parte más oriental de la región en el área de desarrollo de las rocas metamórficas, región en la que la tectónica de bloques está muy desarrollada, así como en la Sierra Maestra, donde las estructuras circulares tam-

bién coinciden con las áreas de ocurrencia de fallas longitudinales y transversales de este sistema montañoso.

Por último se debe resaltar el hecho de que sobre todo en las zonas montañosas o en las cercanías de las estructuras circulares detectadas se ubican yacimientos y manifestaciones minerales endógenas de diferentes mineralogías; por ejemplo, en las cercanías de Santiago de Cuba existen las manifestaciones de Buey Cabón, los yacimientos cupríferos de El Cobre, los de manganeso de Los Chivos, El Cristo y Ponupo, las manifestaciones polimetálicas de La Gran Piedra y el yacimiento Hierro Santiago los cuales forman un semicírculo cuyo centro es la ciudad de Santiago de Cuba.

Una coincidencia parecida se observa en la estructura ubicada al norte de la ciudad de Holguín, en la que existen diversas manifestaciones minerales de génesis hidrotermal. También en las estructuras situadas en el oriente de la región, por ejemplo al este de la ciudad de Guantánamo, en el valle de Puriales de Caujerí, en Yacabo y Macambo y en otros lugares.

Por tal razón es recomendable que las futuras búsquedas de yacimientos endógenos en esta región tomen en consideración esta regularidad.

Además, sobre la base de esto, pueden programarse búsquedas de cuerpos minerales a gran profundidad dentro de los límites de estas estructuras, así como en zonas de las rocas sedimentarias en las que se detectan estructuras circulares y en las que la potencia de las secuencias sedimentarias sea pequeña.

Igualmente se deberán tomar en cuenta las estructuras circulares detectadas en las zonas de potentes espesores de rocas sedimentarias como por ejemplo las que se encuentran

aledañas al golfo de Guacanayabo y en la cuenca del Cauto, ya que como estructuras reflejas deben de formar cúpulas consedimentarias, estructuras estas muy favorables para la acumulación de petróleo y gas. El tamaño en superficie de ellas es en algunos casos de hasta 50 km², lo que es suficiente para que una estructura con posibilidades petrolíferas sea evaluada como perspectiva. Asimismo, por otra serie de indicios geológicos los lugares anteriormente señalados han sido evaluados como zonas perspectivas para la búsqueda de petróleo y gas; por tanto, todas estas estructuras deberán tomarse como zonas de primera prioridad en caso de efectuarse perforaciones en el área.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En Cuba oriental tienen una amplia distribución las estructuras circulares. Las mismas se detectan en todos los tipos de formaciones geológicas de la región. Los tamaños de estas estructuras son muy variables, alcanzando desde unos pocos kilómetros de radio hasta varias decenas.
- En los alrededores o en las estructuras circulares formadas en rocas preeocénicas existen gran cantidad de yacimientos y de manifestaciones de minerales de origen hidrotermal o neumatolítico.
- Existe una relación espacial entre las zonas de desarrollo de las estructuras circulares y los grandes sistemas de fallas que afectan la zona oriental de Cuba.
- La génesis de estas estructuras puede ser diversa pero se considera que la más probable es la de origen plutónico-volcánico.
- Las estructuras circulares desarrolladas en zonas de amplia distribución de las rocas sedimentarias son favo-

rables para la búsqueda en ellas de estructuras petro-gasíferas.

- Para el mejor estudio de estas estructuras se deberán hacer investigaciones a escalas más grandes con amplia utilización de los métodos geofísicos y la comprobación geológica sobre el terreno de la presencia de las mismas.
- En los próximos trabajos de búsqueda que se efectúan en Cuba oriental, así como en otras regiones, se deben tomar como áreas prioritizadas de búsqueda aquellas en las cuales se presentan estructuras circulares.

REFERENCIAS

1. CAREY, S. W.: "The Rheid Concept in Geotectonics", Journ. Geol. Soc. Australia, vol. 1, Adelaide, 1954.
2. COUTIN, D. F., E. Nagy y F. Rivero: "La teledetección en el estudio de la estructura semicircular del sur de Holguín (zona oriental de Cuba)". Ciencias de la Tierra y del Espacio no. 2, 1980.
3. CHUZHOVA, N. G.: "Estructuras anulares y su papel en la localización de la mineralización endógena (según el caso de la región Timan-Ural) en la colección Metalogenia y nueva tectónica global. Ed. Nedra, Leningrado, 1973 (en ruso).
4. DOLIBO-DOBROVOLSKI, A. B. y S. I. Strelnikov: "El papel de las fotos cósmicas en el estudio de las estructuras lineales y anulares de la corteza terrestre" en la colección Investigación del medio natural por medios cósmicos. Geología y Geomorfología, t. V, Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1975 (en ruso).
5. GLUJOVSKI, M. Z. y E. V. Pavlovski: "Sobre el problema de los estadios iniciales de desarrollo de la Tierra". Geotectónica, no. 2, 1973 (en ruso).
6. MASAITIS, A. P.: Consecuencias geológicas de la caída de meteoritos formadores de cráteres. Ed. Nedra, Moscú, 1973 (en ruso).

RASGOS PRINCIPALES DE LA TECTONICA DE LA PORCION ORIENTAL DE LAS PROVINCIAS DE HOLGUIN Y GUANTANAMO

RESUMEN

En el trabajo se exponen los rasgos principales que caracterizan la estructura geológica de la porción oriental de las provincias de Holguín y Guantánamo, proponiéndose un esquema tectónico preliminar del territorio a escala 1:500 000, en el que sintetizadamente se han diferenciado las principales dislocaciones plicativas y de ruptura que conforman la tectónica del territorio. Se ofrece, además, una generalización de la geología regional de la parte noreste y sureste de Cuba oriental, distinguiéndose cinco complejos litólogo-estructurales. Finalmente se concluye que la tectónica de la zona se caracteriza por la existencia de dos estilos tectónicos contrastantes: un sistema de mantos tectónicos que afecta a las secuencias más antiguas y una tectónica joven caracterizada por el predominio de sistemas de fallas normales que dividen la zona en bloques hórsticos y grabens.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ТЕКТОНИКИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПРОВИНЦИИ ОЛЬГИН И ГУАНТАНАМО

Резюме

В работе излагаются основные особенности которые характеризуют геологическую структуру восточной части провинций Ольгин и Гуантанамо, причем предлагается предварительная тектоническая схема территории в масштабе 1:500000 на ко-

7. SALOP, L. I.: "Dos tipos de estructuras precámbricas: ovalos gneísicos plegados y cupulas gneísicas". Boletín MOIP, Dpto. de Geología, t. XVII, no. 4, 1971 (en ruso).
8. SALOP, L. I.: Escala estratigráfica general del Precámbrico. Ed. Nedra, Leningrado, 1973 (en ruso).
9. SHATALOV, E. T., I. N. Tomson, A. B. Orlova y R. M. Konstantinov: Análisis metalogénico de los factores que controlan la mineralización en las regiones meníferas. Ed. Nedra, 1972 (en ruso).
10. SOLOVEV, V. V.: "Morfoestructuras de tipo central en relación con algunos aspectos de la tectónica global y la metalogénia". En la colección Metalogénia y nueva tectónica global. Ed. Nedra, Leningrado, 1973 (en ruso).
11. TOMSON, I. N. y M. A. Favorskaya: "Estructuras meníferas concentricas y principios de la localización de la mineralización endógena" en Revista Sev. Geología, no. 10, 1968 (en ruso).
12. UNSSER, E.: "Relación de la mineralización con estructuras cupulares en las cordilleras de Norteamérica" en el libro Problemas de los yacimientos endógenos, no. 2, 1964 (en ruso).