

STRUKTURY KOLISTE I PIERŚCIENIOWE NA ZDJĘCIACH SATELITARNYCH – ICH GENEZA I ZNACZENIE

UKD 551.243 koliste i pierścieniowe + 551.243.8:551.21'24 + 551.22:(550.814:629.783:525)(438 – 14):553.4

Geolodzy interpretujący zdjęcia satelitarne, analizując rzeźbę, drenaż, odcienie fototonalne oraz szatę roślinną, często zwracali uwagę na występowanie obok elementów liniowych także form owalnych, kolistych lub półkolistych (7, 18, 6). Elementy liniowe, nazywane zazwyczaj lineamentami lub fotolineamentami, doczekały się wielu publikacji wskazujących na ich związek z różnymi nieciągłościami. Wszystko przemawia za tym, że struktury kolistе zasługują również na bardziej wnikliwe opracowanie. Dotychczas formy o podobnym kształcie i rozmiarach były znane poza Ziemią. Zdjęcia Księżyca oraz Marsa (ryc. 1) ujawniły występowanie na ich powierzchniach ogromnej liczby kraterów o różnym kształcie i wielkości. Największe z nich to Calvus na Księżycu o średnicy 220 km i Nix Olympica na Marsie o średnicy 500 km (4). W odniesieniu do części kraterów Księżyca oraz Marsa potwierdzono ich pochodzenie wulkaniczne. Rozmiary oraz liczba kraterów wskazują na nieporównanie większą aktywność wulkaniczną, która spowodowała powstanie tych struktur niż obecnie obserwowanych zjawisk tego typu na Ziemi. Inne kratery są natomiast formami kolizyjnymi powstałymi wskutek uderzenia niewielkich ciał niebieskich, asteroidów i meteoroidów.

Według L.N. Szarpionoka (21), G.J. Abramowicza (1) i innych geologów radzieckich struktury kolistе są również bardzo charakterystyczne dla skorupy ziemskiej. Występują one we wszystkich formach geologicznych zarówno na platformach, jak i obszarach geosynklynalnych.

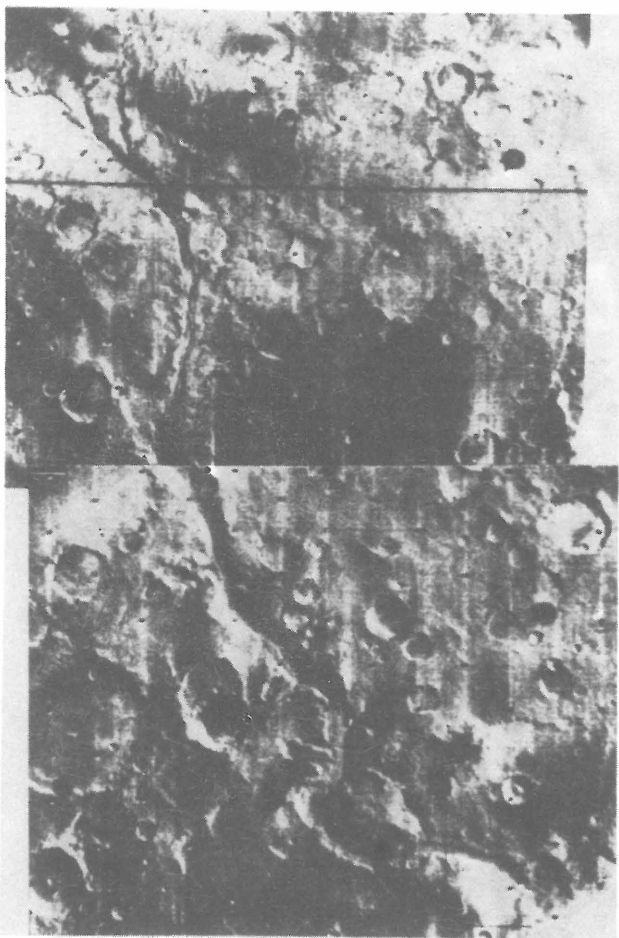
W Związku Radzieckim stwierdzono je na Zabajkale, w Ałdanie, Kazachstanie, na Ukrainie i Uralu. N.K. Mołotkow (14) zaobserwował je zarówno na odkrytym fundamencie krystalicznym platformy syberyjskiej, w jej pokrywie osadowej oraz na sajano-bajkalskim obszarze geosynklynalnym. Duże struktury kolistе i pierścieniowe obejmują jednocześnie różne bloki tektoniczne, przecinają linie wglębnych rozłamów lub zajmują obszary na granicach systemów fałdowych i platformowych.

Klasycznym obszarem dla występowania struktur kolistych jest Jos Plateau w Nigerii. W.N. MacLeod et al. (13) skartowali na zdjęciach lotniczych oraz potwierdzili badaniami terenowymi wiele intruzji stożkowych, dając pierścieniowych oraz zapadlisk wulkaniczno-tektonicznych (cauldron subsidence structures).

Na zdjęciach satelitarnych obejmujących całe kontynenty można rozróżnić struktury kolistе o średnicach sięgających setek kilometrów. Na zdjęciach typu Landsat lub Salut są widoczne struktury kolistе od kilku do kilkudziesięciu kilometrów. Spojrzenie na Ziemię z wysokości pokładu statku kosmicznego ujawniło więc nowe informacje, które przedtem były bardzo trudne do zaobserwowania na podstawie klasycznych metod kartograficznych oraz geofizycznych.

Ze względu na pochodzenie, struktury kolistе można podzielić na egzo- i endogeniczne. Do endogenicznych zalicza się:

- wulkano-tektoniczne,



Ryc. 1. Powierzchnia Marsa przedstawiona na zdjęciach MARI-
NER-9. Widoczne są liczne struktury koliste

Fig. 1. Martian surface photographed by Mariner 9. Note numer-
ous circular structures

- intruzje magmowe typu centralnego,
- kopuły różnych skał metamorficznych,
- wysady solne,
- struktury brachyantyklinalne i brachysynklinalne.

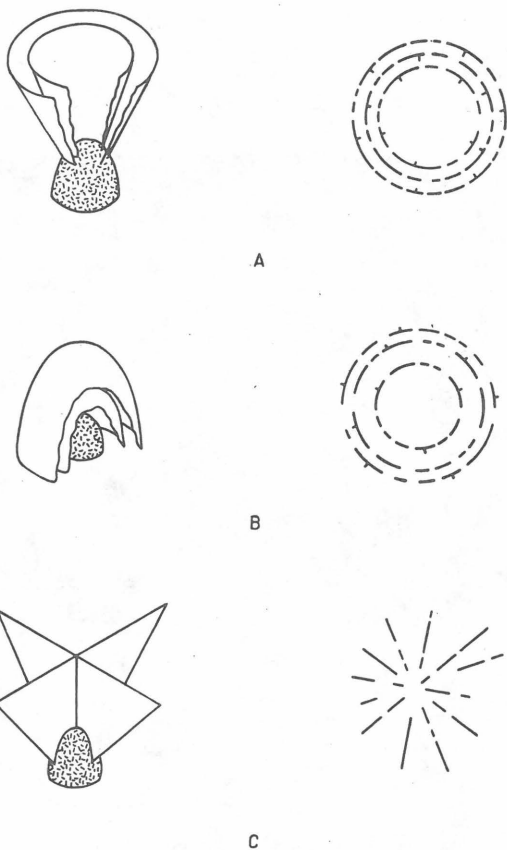
Do egzogenicznych zalicza się:

- kratery meteorytów,
- leje krasowe,
- niektóre formy kriogeniczne i eoliczne.

Z wymienionych struktur kolistych największe znaczenie przypisuje się strukturom wulkano-tektonicznym oraz intruzjom magmowym typu centralnego.

Przy wyjaśnieniu genezy struktur wulkano-tektonicznych nawiązuje się do starych koncepcji R.A. Daly'ego (5), łącząc je z występowaniem blisko powierzchni ziemi różnych ognisk magmatycznych. Wspomniane struktury powstały według tego autora przez opadanie cylindrycznego bloku skorupy ziemskiej. Późną komorę po opadniętym bloku zajęła magma, która wtargnęła do komory wzdłuż ścian cylindra, dzięki czemu żyły w przekroju poziomym mają kształt kolistej. Jeżeli opadanie bloku odbywało się stadiami, mogły kolejno intrudować różne magmy, posuwając się w górę wzdłuż ścian cylindra i wypełniając komorę ponad cylindrem.

A.W. Awdiejew (2) przedstawił również możliwości powstawania kolistych struktur wulkano-tektonicznych w ten sposób, że kwaśne magmy były wyciskane przez inne, bardziej gęste rodzaje. W pierwszym etapie zakładał powstanie pierścieniowej strefy osłabienia, a następnie bloku centralnego.



Ryc. 2. Ilustracja mechanizmu powstawania różnego typu spękań i uskoków związanych z ciałami intruzyjnymi (wg D.G. Orr, Ch.M. Trautwein)

Fig. 2. The mode of origin of various types of fractures and faults related to intrusive bodies (after D.G. Orr and Ch.M. Trautwein)

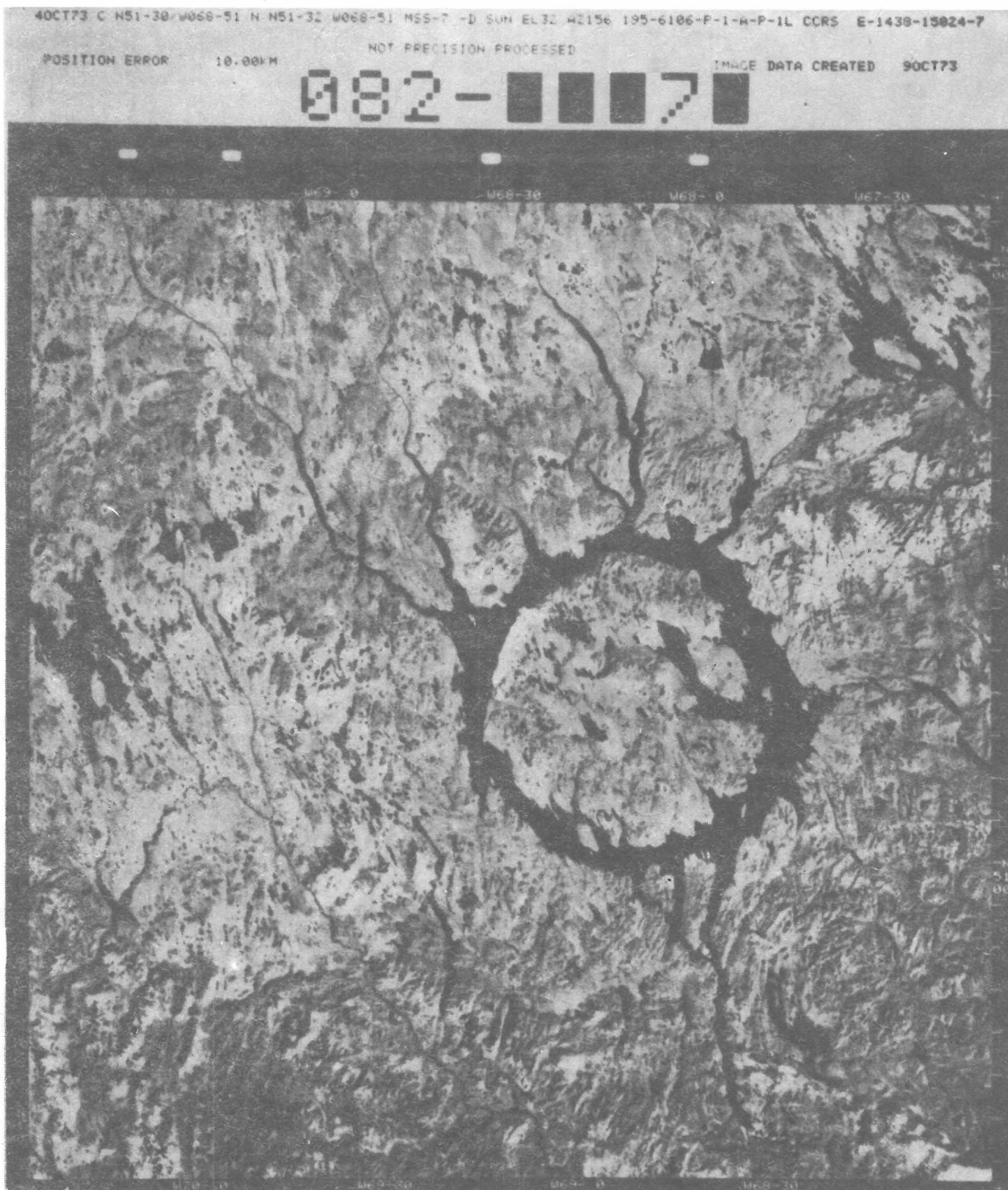
Do kolistych struktur wulkano-tektonicznych należą:

- wulkano-tektoniczne zapadliska i depresje,
- wulkaniczne kotliny,
- kaldery.

Innym typem struktur są intruzje magmowe typu centralnego. W.E. Swiesznikowa (20) dzieli je na podstawie kryteriów morfologicznych na trzy grupy. Pierwsza z nich to struktury pierścieniowe, utworzone przez systemy kolistych lub łukowatych dajek zapadających pionowo lub bardzo stromo w stosunku do środka struktury. Przykładem takich struktur mogą być granitoidowe kompleksy w Kazachstanie. Druga grupa struktur stożkowych wyróżnia się tym, że dajki są nachylone w stosunku do środka geometrycznego pod kątem 20–60°, np. kompleks granitoidowy Kudaru-Hille w Nigerii. Trzecia wreszcie grupa to struktury złożone, zawierające cechy zarówno struktur pierścieniowych, jak i stożkowych. Przykładem takiej złożonej struktury jest ultrazasadowy masyw chibiński na półwyspie Kola. Jest on okolony kilkoma liniami uskoków peryferycznych. W masywie tym zaznacza się również wiązka uskoków radialnych (11). Uskoki takie mogą powstać w wypadku lokalnej ruchliwości pionowej obszaru centralnego lub jego podłoża przekazywanej skałom nadległym.

Mechanizm powstawania różnych spękań i uskoków związanych z ciałami intruzyjnymi może być zilustrowany następująco (16):

- gwałtowna intruzja ku górze stopionego materiału w skały nadległe powoduje powstanie w ich obrębie kon-



Ryc. 3. Zdjęcie satelitarne Landsat przedstawiające strukturę kolistą Manicougan wraz z interpretacją geologiczną (wg V.R. Slaney 1981).

An – anortozyty, Gp – paragnejsy, Gn – ortognejsy, Vc – andezyty, --- granice litologiczne, -C- granice litologiczne wzdłuż spękań, —> warstwowanie, <-> foliacja, — spękania i uskoki, ⇨ kierunki nasuwania się lodowca, I, II – inne, mniej wyraźne struktury kolistie

centrycznych struktur o upadzie skierowanym ku intruzji (ryc. 2a);

– przerywane okresy cofania się magmy powodują również struktury koncentryczne (o upadzie przeciwnym w stosunku do wyżej omówionych), które otaczają komorę magmową (ryc. 2b);

– struktury radialne mogą powstać podczas obu etapów, ale są głównie związane z fazą intruzyjną (ryc. 2c).

Fig. 3. Landsat satellite photo showing the Manicougan circular structure and its geological interpretation (after V.R. Slaney 1981)

An – anorthosites, Gp – paragneisses, Gn – orthogneisses, Vc – andesites, --- lithological boundaries, -C- fracture-following lithological boundaries, —> bedding, <-> foliation, — fractures and faults, ⇨ directions of icesheet movement, I, II – other, less clear circular structures.

Mimo różnych klasyfikacji, opisanych w niniejszym artykule tylko częściowo, określenie genezy struktur kolistych interpretowanych na zdjęciach satelitarnych jest bardzo trudne nawet w odniesieniu do form wyraźnie widocznych. Przykładem jest struktura kolistą wyznaczona dwoma półokrągłymi jeziorami Manicougan i Mushalagan na obszarze tarczy kanadyjskiej (ryc. 3) (19). Struktura ta zaznacza się na obszarze występowania prekambryj-



Ryc. 3.

Fig. 3

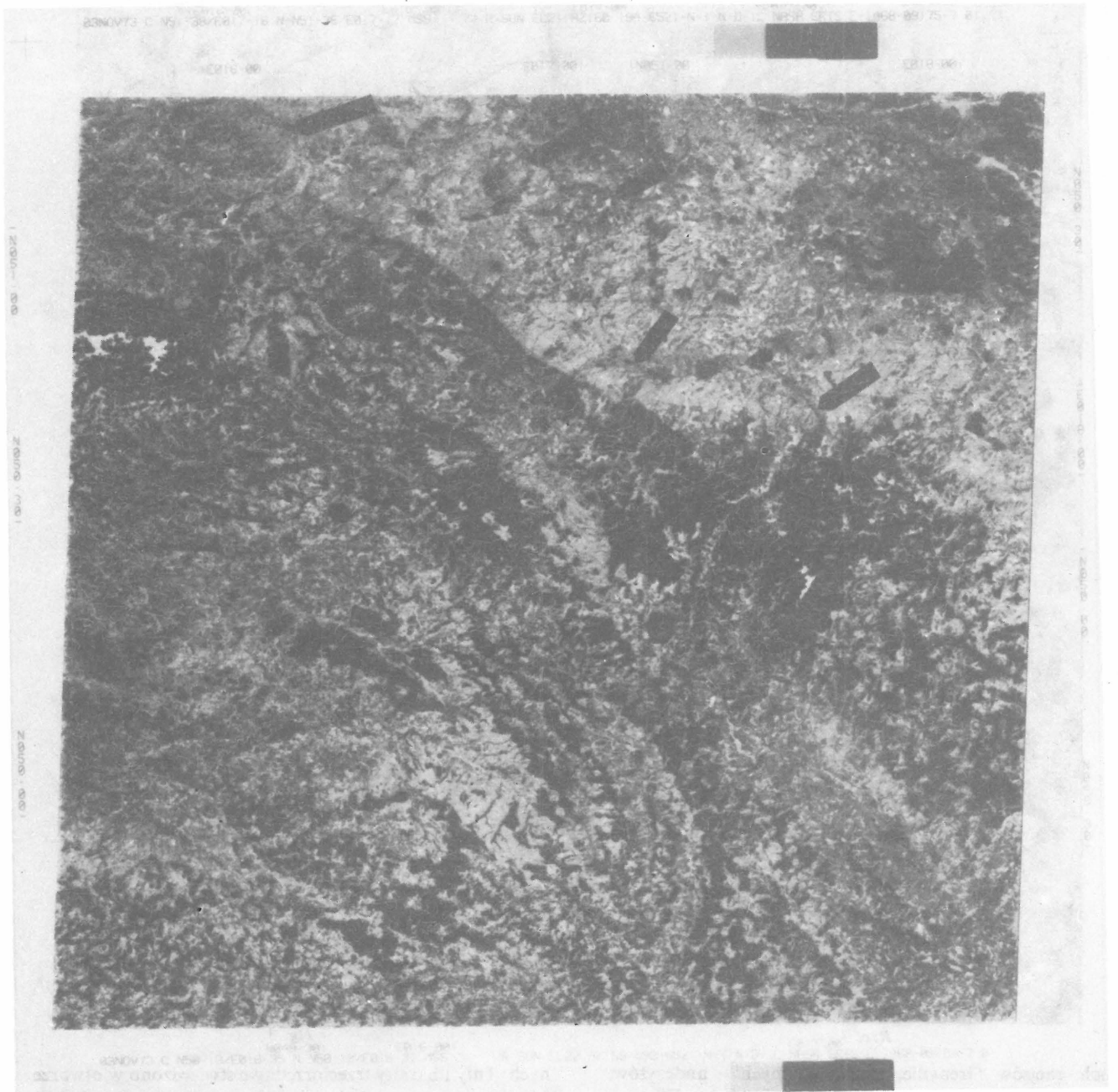
skich gnejsów Grenville, skał wylewnych – andezytów, wapieni krystalicznych, kwarcytów i amfibolitów. Wnętrze pierścienia tworzą głównie andezyty (prawdopodobnie triasowe), formując plateau wokół starszego rdzenia anortozytowego. Strukturę tę autorzy uważają za krater meteorytowy lub za odnawiającą się kaldere; proponowano również wiele innych hipotez.

Również na zdjęciach satelitarnych naszego kraju dają się śledzić struktury o owalnych kształtach. Ich szczególne nagromadzenie obserwuje się w Sudetach oraz na ich przedpolu (ryc. 4). Na podstawie zdjęć Landsata wyznaczono na tym obszarze kilkanaście struktur o kształcie kolistym oraz eliptycznym (ryc. 5). Do najbardziej widocznych należy struktura Jawora (o wymiarach 26 × 20 km). Występuje ona po obu stronach brzeżnego uskoku sudeckiego, a poprzecznie do jej dłuższej osi przebiegają: uskoki jermianicki oraz północny uskoki Świerzawy. W jej obrębie występują różnowiekowe skały wylewne, m.in. sylurskie diabazy, spility i tufy spilitowe, permskie skały kwaśne typu paleoriolitów oraz trzeciorzędowe skały zasadowe.

Inna struktura owalna między Świdnicą a Świebodzicami (kształt półkolisty, średnica 10 km) zaznacza się również na obszarze występowania utworów wulkanicz-

nych. Tufy i bazalty trzeciorzędowe stwierdzono w otworze Mokrzychów na głębokości 400 m (10). A. Grocholski uznał wspomnianą formę za głębokie zapadlisko wieku trzeciorzędowego. Wyraźny związek przestrzenny z obniżeniem podłoża trzeciorzędu wykazuje rozległa anomalia grawimetryczna. Wspomniany autor – po zapoznaniu się z profilem otworu Mokrzychów – wysunął przypuszczenia, że zapadlisko Mokrzychowa (pokrywające się ze strukturą zinterpretowaną na zdjęciach satelitarnych) może być kalderą. Stwierdził, że współwystępowanie takich zjawisk, jak: wulkanizm, zapadlisko tektoniczne i anomalie grawimetryczne o dużej intensywności oraz ich analogia do cech charakterystycznych dla strefy zapadlisk wulkanotektonicznych Kamczatki (22) potwierdzają słuszność wysuniętego przypuszczenia.

W rejonie na południe i zachód od Jawora występuje również wyraźna anomalia grawimetryczna. W przybliżeniu pokrywa się ona ze strukturą wyznaczoną na zdjęciach satelitarnych. Wszystkie przemawia za tym (obecność skał wulkanicznych, anomalia grawimetryczna, obraz zjawiska na zdjęciach satelitarnych), że w tym rejonie występuje również skomplikowane zapadlisko typu wulkanotektonicznego.



Ryc. 4. Zdjęcie satelitarne Landsat z rejonu Sudetów. Strzałki pokazują wyraźniej zaznaczające się struktury koliste

Fig. 4. Landsat satellite photo of an area in the Sudety Mts. Arrowheads indicate clearly marked circular structures

Dalsze trzy struktury koliste: Strzegomia (średnica 9 km), Stanowic (średnica 5 km) oraz Sobótka (średnica 12 km) występują w obrębie masywu granitowego Strzegom–Sobótka. Struktura Sobótka znajduje się właściwie w strefie kontaktowej między granitoidami waryscyjskimi oraz starszymi od nich gabrami i serpentynitami. W odróżnieniu od omawianych poprzednio struktur wulkanotektonicznych struktury koliste między Strzegomiem a Sobótką mają związek z głębokimi procesami magmowymi. Najprawdopodobniej występowanie struktur kolistych w obrębie masywu granitowego wskazuje na miejsca intensywne ruchów pionowych ponad intruzjami typu centralnego. W podobny sposób należy tłumaczyć eliptyczną strukturę Strzelina (rozmiary 20×11 km) oraz przyległą do niej mniejszą strukturę Jaszowa (średnica 6 km). Struktura kolista Środy Śląskiej (średnica 7 km) musiała również powstać analogicznie. W rejonie struktury kolistej Środy Śląskiej zaznacza się zakończenie zasięgu

podkenozoicznych wychodni waryscyjskich masywów granitowych.

Niewiele natomiast można powiedzieć o mechanizmie odzwierciedlenia się na powierzchni struktury kolistej Sieniawki (średnica 6 km), występującej w obrębie paragnejsów i migmatytów serii sowiogórskiej, struktury półkolistej Jordanowa oraz struktur kolistych Karczyna oraz Tyńca, występujących na obszarze masywu gabrowo-amfibolitowego Ślęzy, jak i serpentynitów okalających ten masyw od południa.

Zaskakujący jest obraz satelitarny czterech struktur kolistych zachodzących na siebie w okolicy Stronia Śląskiego. Dwie z nich charakteryzują się dużymi rozmiarami; struktura między Paczkowem a Jesenikiem ma rozmiary 40×28 km oraz druga z centrum w okolicach Złotego Stoku ma średnicę ok. 22 km. Dwie następne są znacznie mniejsze – Konradowa (średnica 12 km) oraz eliptyczna struktura Biela (7×4 km).



Ryc. 5. Szkic fotointerpretacyjny Sudetów na tle ważniejszych uskokuw oraz złóż i wystąpień różnych metali nieżelaznych

Struktury koliste: 1 – Jaworowa, 2 – Świdnicy, 3 – Strzegomia, 4 – Stanowice, 5 – Sobótka, 6 – Strzelina, 7 – Jaszowa, 8 – Środy Śląskiej, 9 – Sieniawki, 10 – Jordanowa, 11 – Karczyn, 12 – Tyńca, 13 – Paczkowa, 14 – Złotego Stoku, 15 – Konradowa, 16 – Biela. — fotolineamenty, — uskoki i granice litologiczne, ● złoża i wystąpienia metali kolorowych

W obrębie struktury Paczków – Jeseniki znajduje się intruzja granitowa Żulowej o wydłużonym kształcie w kierunku południkowym. Intruzja Żulowej wspiera się na południu na uskoku sudeckim brzeźnym, poza który przedłuża się prawdopodobnie pod nadkładem. Na terenie Polski skały tej intruzji są znane tylko w kilku punktach koło Nysy i Otmuchowa (15). Eliptyczna struktura zinterpretowana na zdjęciach satelitarnych między Paczkowem a Jesenikiem obejmuje znacznie większy obszar od stwierdzonych na powierzchni wystąpień granitu Żulowej. Można uznać, że stanowi ona zasięg oddziaływania różnego typu spękań i uskokuw powstałych w trakcie tworzenia się intruzji. Podobnie i druga struktura kolista Złotego Stoku jest związana z granitoidami; ogranicza ona niemal w całości intruzję kłodzko-złotostocką.

Fig. 5. Photointerpretation sketch of the Sudety Mts. on the background of more important faults, deposits and occurrences various non-ferrous metals

Circular structures: 1–16 as in Polish. — photolineaments, — faults and lithologic boundaries, ● deposits and occurrences of non-ferrous metals

Bardzo interesująca jest również niewielka struktura eliptyczna w pobliżu Biela. Jest ona ograniczona od północy uskoku Białej Łądeckiej, pozostałe części struktury są również na pewnych odcinkach kontrolowane uskokami. Struktura Biela jest również gęsto pocięta uskokami, co sugeruje skomplikowaną budowę na tym obszarze, charakteryzującą się występowaniem skał metamorficznych (paragnejsów, migmatytów i granitów).

Podsumowując analizę wyników fotointerpretacji, autorzy artykułu dopatrzili się analogii dwóch struktur (Jawor, Świdnica) z zapadliskami wulkanotektonicznymi oraz wskazali na prawdopodobny związek ośmiu dalszych struktur (Strzegom, Stanowice, Sobótka, Środa Śląska, Strzelin, Jaszów, Złoty Stok, Paczków – Jeseniki) z intruzjami typu centralnego. Na podstawie faktów znanych autorom trudno jednoznacznie określić genezę wielu innych struktur (Biela, Sieniawka, Karczyn itp.).

Rozpoznanie struktur kolistych oraz przecinających je fotolineamentów może mieć istotne znaczenie nie tylko czysto poznawcze. Jak wiadomo, często złoża kruszcowe tworzą się na kontakcie batolitu (lub innej intruzji) z otoczeniem, występując w postaci nieregularnych soczewek, gniazd, żył lub warstw. Powstają one wtedy, gdy intruzja przebija skały łatwiej rozpuszczalne. Często zdarza się, że złoża kruszcowe występują w pewnej odległości od skał magmowych i są związane ze szczelinami lub uskokami tnącymi skały osadowe. Powyższe spostrzeżenia dotyczą zjawisk zarówno występujących w sąsiedztwie intruzji granitowych, jak i struktur wulkano-tektonicznych. Autorzy artykułu zestawili struktury koliste i fotolineamenty zinterpretowane na zdjęciach satelitarnych w Sudetach oraz na ich przedpolu z danymi przedstawionymi na mapie metalogenicznej (12). Z zestawienia powyższych materiałów wynikają następujące prawidłowości:

– nagromadzenie rozpoznanych złóż i wystąpień różnych metali kolorowych występuje w miejscach wyraźnego zagęszczenia fotolineamentów i ich przecięć ze strukturami kolistymi (ryc. 5). Tak jest w okolicy Jawora oraz na przecięciu czterech struktur kolistych w rejonie Stronia Śląskiego,

– wiele złóż i wystąpień metali znajduje się w pewnym oddaleniu od struktur kolistych, są one jednak zlokalizowane w miejscach zagęszczenia fotolineamentów lub wzdłuż linii ich przebiegu,

– występowanie złóż w Karkonoszach jest również związane z fotolineamentami nawiązującymi do systemu sękań w granicie.

Powyższe spostrzeżenia są bardzo pobieżne i odnoszą się do analizy map przeglądowych. Wydaje się jednak, że również i w tym wypadku zdjęcia satelitarne mogą dostarczyć wiele dodatkowych informacji o obszarach stosunkowo dobrze rozpoznanych, jakimi są Sudety.

Struktury owalne o różnym kształcie i wielkości zaznaczają się również na zdjęciach satelitarnych innych obszarów Polski. M. Graniczny (8) przedstawił związek struktur kolistych zinterpretowanych w rejonie Kujaw z wysadami solnymi. Wiele innych form owalnych stwierdzonych na Pomorzu oraz w NE Polsce nie doczekało się dotychczas jednoznacznego wyjaśnienia. Jedną z najbardziej czytelnych form zaznacza się w rejonie Kościerzyny.

Zdaniem J. Bażyńskiego (3) wyrazistość anomalii Kościerzyny i systemu fotolineamentów promienistych została spowodowana prawdopodobnie ruchami neotektonicznymi, które odmładzają starsze założenia tektoniczne. Anomalia Kościerzyny ujawnia prawdopodobnie najmłodszą ruchliwość tektoniczną, która jest związana z późniejszymi intruzjami bocznymi w stosunku do podstawowej masy hipotetycznego batolitu wykazanego badaniami geofizycznymi w sąsiedztwie tej struktury. Struktura Kościerzyny jest od strony północnej obramowana osadami czołowomorenowymi fazy pomorskiej zlodowacenia północnopolskiego. Fakt ten (wg J. Bażyńskiego) zdaje się wskazywać na to, że obszar anomalii wykazywał aktywne ruchy w plejstocenie, co spowodowało zatrzymanie się masy lądolodu w tym rejonie i „cofnięcie” się osadów fazy pomorskiej.

Jako inny sposób wytłumaczenia tego zjawiska możemy również przyjąć upadek dużego meteorytu. Hipotetyczny meteoryt mógł upaść pod znacznym kątem z południowego zachodu. W ten sposób można wytłumaczyć przesunięcie anomalii magnetycznej i grawimetrycznej w stosunku do struktury obserwowanej na powierzchni.

Dzięki zdjęciom satelitarnym można się więc przekonać, że na powierzchni Ziemi jest znacznie więcej struktur owalnych kontrolowanych zjawiskami geologicznymi niż powszechnie się to zakładało. Ich interpretacja oraz wyjaśnienie genezy jest jednak złożone, ze względu na mnogość czynników wpływających na obecne ukształtowanie się powierzchni terenu. Zagadnienie to zasługuje jednak na uwagę i dalsze badania, również ze względu na związek struktur kolistych z występowaniem w ich pobliżu różnych kopalin użytecznych.

LITERATURA

1. Abramowicz G.J. – Geologiczeskaja suszcznost kolcewych struktur. AN OS Irkuck 1978.
2. Awdiejew A.W. – O kolcewych strukturach magmaticzeskich kompleksow. Sow. Geol. 1965 nr 10.
3. Bażyński J. – Metody interpretacji geologicznej zdjęć satelitarnych wybranych obszarów Polski. Instrukcje i metody badań geologicznych. Inst. Geol. 1982 z. 44.
4. Corliss W.R. – The Viking mission to Mars. NASA SP-334 1974.
5. Daly R.A. – Igneous rocks and the depths of the Earth. New York 1933.
6. Dimitrijevic M.D., Markovic M. – Landsat lineaments and seismotectonics of Macedonia. Internat. Arch. of Photogrammetry 1978.
7. Głuchowski M.Z. – Kolcewyje struktury jugowostoka Sibiri. AN OS Irkuck 1978.
8. Graniczny M. – Wybrane przykłady zastosowania technik teledetekcyjnych w badaniach geologicznych. Pr. Inst. Geol. 1978 t. 15 z. 2.
9. Grocholski A. – Problemy geologiczne wschodniej części bloku przedsudeckiego. Kwart. Geol. 1973 nr 3.
10. Grocholski A. – Uskok sudecki brzeżny a zagadnienie wulkanotektoniki trzeciorzędowej. Acta Univ. Wrat. 1977 nr 378.
11. Jaroszewski W. – Tektonika uskoków i fałdów. Wyd. Geol. 1980.
12. Lächelt S. et al. – Metallogenetic map – Bohemian Massif and northern adjacent regions 1:500 000. Poczdam 1973.
13. MacLeod W.N. et al. – The Geology of the Jos Plateau. Bull. Geol. Survey of Nigeria 1971 no 32.
14. Mołotkow N.K. – Kolcewyje struktury juga Sibirskoj platformy. AN OS Irkuck 1978.
15. Oberc J. – Budowa geologiczna Polski – tektonika T. IV. Wyd. Geol. 1972.
16. Orr D.G., Trautwein C.M. – Targeting mineral exploration in Central Colorado using Landsat imagery. Open-File Report Sioux Falls 1976.
17. Rádai Ö. – Subsurface water environment and the reconnaissance of it by aerospace methods in Hungary. Internat. Arch. of Photogrammetry 1978.
18. Sabins F.F.Jr. – Remote Sensing principles and interpretation. San Francisco 1978.
19. Slaney V.R. – Landsat images of Canada – a geological appraisal. Geol. Surv. Paper 1981 vol. 80 no. 15.
20. Swiesznikowa W.E. – Magneticzeskije kompleksy centralnego tipa. Niedra 1973.
21. Szarpionok L.N. – Magmatogiennyje kolcewyje struktury. Niedra Leningrad 1979.
22. Zubin M.I. – Czetwierticzyje kaldiery Kamczatki. Wulkanizm i Głębiny Ziemi 1971.

SUMMARY

Besides photolineaments, circular and ring-like structures varying in diameter may be traced in satellite photos. The origin of such circular structures is the subject of discussion but there appears that they are most often related to circular volcano-tectonic structures and igneous intrusions of the central type.

In our country, especially high concentration of circular structures is found in the Sudety Mts and their foreland.

Over a dozen structures circular to elliptical in outline were traced in Landsat satellite of that area. The authors regard two of these structures (Jawor and Świdnica) as analogues to volcano-tectonic depressions and eight others (Strzegom, Stanowice, Środa Śląska, Strzelin, Jaszów, Żłoty Stok and Paczków—Jeseniki) as presumably related to intrusions of the central type. The available data are, however, insufficient for unequivocal interpretation of origin of several other structures. The known deposits and occurrences of various colour metals were found to be most common in places of concentration of photolineaments and at cross-sections of photolineaments and circular structures, e.g. in the vicinities of Jawor and at cross-section of 4 circular structures in the Stronie Śląskie area.

РЕЗЮМЕ

На космических съемках кроме фотолинеаментов можно выделить круговые и кольцевые структуры разных диаметров. Генезис круговых структур можно выяснить разным образом, но чаще всего они связаны с вулканотектоническими круговыми структурами, а также с магматическими интрузиями центрального типа.

Особенно большое накопление круговых структур в нашей стране наблюдается в Судетах и на их предполье. На основании космических съёмок Ландсат в этом районе выделено несколько структур имеющих круговую или эллиптическую форму. Авторы статьи заметили сходство двух структур (Явор, Свидница) с вулканотектоническими впадинами, а также указали на вероятную связь восьми структур (Стшегом, Становице, Собутка, Сьрода Слёнска, Стшелин, Яшув, Злоты Сток, Пачкув—Есеники) с интрузиями центрального типа. На основании известных авторам фактов трудно однозначно определить генезис ряда других структур. Авторы приходят к выводу, что накопление разведанных месторождений разных цветных металлов связано с местами сгущения фотолинеаментов и их пересечения с круговыми структурами. Такая обстановка наблюдается вблизи Явора а также на пересечении четырёх круговых структур в районе Строня Слёнского.