

## WULKANIZM I TRZĘSIENIA ZIEMI W GEOENERGETYCZNYM ZESPOLE ZJAWISK

Wnętrze Ziemi jest dostępne badaniom jedynie pośrednio na zasadzie przechodzenia fal sejsmicznych i przez „otwarte okno Ziemi” — wulkany. W ten sposób zarysowują się dwa podstawowe zjawiska, mianowicie trzęsienia ziemi i wulkanizm. Definicje obu tych zjawisk są zwykle pewnego rodzaju opisem, nie podają bowiem strony genetycznej. Na skutek niekompletności danych odnośnie do wnętrza Ziemi teorie wyjaśniające oba te fenomeny muszą pozostać hipotezami.

### STAN ZAGADNIENIA

1. Warstwowy, czyli nieciągły układ Ziemi został stwierdzony na podstawie różnic w przechodzeniu fal sejsmicznych. Sporna pozostaje tylko ilość geostref. Jądro Ziemi o promieniu ca. 3470 km daje tylko „cień sejsmiczny”, gdyż fale poprzeczne nie przechodzą przez nie. Ilość geostref jest różnie przyjmowana. L. W. Adams<sup>1</sup> przyjmuje litosferę do 60 km, strefę perydotytową do 2900 km, jądro o promieniu 3400 km. K. E. Bullen<sup>2</sup> wyróżnia nieciągłość na głębokości 400 i 1200 km. A. Mohorovicic<sup>3</sup> wyodrębnił warstwę nieciągłości na 60 km oddzielającą skorupę ziemską od jej podłoża. H. Jeffreys<sup>4</sup> wykazał nieciągłość wnętrza jądra ziemskiego na głębokości 5100 km.

Słownictwo geofizyczne poszczególnych warstw jest dosyć zammatwane i dowolne<sup>5</sup> Ustalenie paraleli nazw jest często niemożliwe. Dla uproszczenia przyjmujemy tutaj podział na: siał (warstwa kwaśna, granitowa), zasadową simę (warstwa bazaltowa, względnie o cechach

<sup>1</sup> L. W. Adams, *The Earth's interior, its nature and composition*, „The Scientific Monthly”, 44 (1937) 199—209.

<sup>2</sup> K. E. Bullen, *The variation of density and the ellipticities of strata of equal density within the Earth*, „Geophys. Suppl. Monthly Notices Royal Astronomical Soc.”, 3 (1936) 395—401.

<sup>3</sup> A. Mohorovicic, *Das Beben von 8 October 1909*, „Jahrbuch des meteorolog. Observatoriums, Zagreb für 1909”.

<sup>4</sup> H. Jeffreys, *The Structure of the Earth down to the 20<sup>th</sup> Discontinuity*, „Geophys. Suppl. Monthly Notices Royal Astronomical Soc.”, 4 (1938).

<sup>5</sup> E. W. Janczewski, *Zarys sejsmologii ogólnej i stosowanej*, Warszawa 1955, s. 217.

diabazu) i warstwę perydotytową (ultrazasadową) bogatą w oliwiny. Sposoby tego zróżnicowania są nieznanne i w warunkach laboratoryjnych niepowtarzalne<sup>6</sup>. W każdym razie koncepcja różnicowania treści chemicznej Ziemi na zasadach pieca hutniczego wysunięta przez Goldschmidta jest niesłuszna<sup>7</sup>.

E. Kraus<sup>8</sup> sądzi, że sialsima na skutek procesów konwekcyjnych zróżnicowała się na siał i simę. Poniżej dopiero leży paleosima na głębokości 100 do 1200 km.

2. Przyczyny powstawania geosynklin są nieznanne. Kilka teorii usiłuje wyjaśnić to zjawisko. E. Suess<sup>9</sup> widzi przyczynę w kontrakcji wnętrza Ziemi na skutek stygnięcia. Według D. Griggsa<sup>10</sup> prądy konwekcyjne wstępujące zwiększają swoją szybkość w miarę nagrzewania. Prądy natomiast zstępujące w miarę ochładzania zmniejszają prędkość. Te ostatnie prądy wciągają skorupę ziemską powodując powstanie geosynklin. E. Kraus<sup>11</sup> przyjmuje dwa prądy magmowe na różnych poziomach (hyporeon i batyreon). Prądy wstępujące powodują zagłębienia, które na skutek ssącego działania w głąb dają geosynkliny. Zagadnienie powstawania geosynklin jest pierwszorzędного znaczenia ze względu na zaburzenia statyki bryły obrotowej i dalsze konsekwencje.

3. Zagadnienia termodynamiczne Ziemi rozwiązywane na reliktowym zapasie ciepła wnętrza, rezerwach pierwiastków radioaktywnych i ciepła dostarczanego przez Słońce (stała słoneczna) okazują się niedostateczne. Oddzielne zagadnienie względnie dobrze poznane stanowi geomagnetyzm i grawitacja. Ostatnio podjęto badania geoelektryczności.

4. Nie jest rozstrzygnięty skład chemiczny, ani stan materii wewnątrz Ziemi. Hipoteza W. S. Washingtona<sup>12</sup> przyjmuje jądro z metalicznego żelaza. W. Kuhn i A. Rittmann<sup>13</sup> są skłonni widzieć jądro zbudowane z homogennych krzemianów (pierwotnej materii słonecznej) z dużą koncentracją wodoru. Rittmann przyjmuje to zdanie również w ostatniej publikacji książkowej z 1960 r.<sup>14</sup> W. H. Ramsey<sup>15</sup>

<sup>6</sup> G. Fischer, *Die Unterkruste von Standpunkt des Petrographen*, „Geologischer Rundschau”, (1957) 46, 130.

<sup>7</sup> V. M. Goldschmidt, *Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente*, L—IX Skr. Norske Vid. Akad., Oslo 1922—1938.

<sup>8</sup> E. Kraus, *Vergleichende Baugeschichte der Gebirge.*, Berlin 1951.

<sup>9</sup> E. Suess, *Das Antlitz der Erde*, Wien 1885—1909.

<sup>10</sup> D. Griggs, *A Theory of Mountain Building*, „Americ. Jour.”, 1939.

<sup>11</sup> E. Kraus, op. cit.

<sup>12</sup> H. S. Washington, *Chemical Composition of the Earth*, „Americ. Jour. of Science”, (1925) 351—378.

<sup>13</sup> W. Kuhn, A. Rittmann, *Ueber den Zustand des Erdinnern und seine Entstehung aus einem homogenen Urzustand*, „Geologischer Rundschau”; 1941, 32, s. 215—256.

<sup>14</sup> A. Rittmann, *Vulkane und ihre Tätigkeit*, Stuttgart 1960, s. 307—312.

<sup>15</sup> W. H. Ramsey, *On the Nature of Earth's Core*, „Monthly Notices of the Royal Astronomical Soc. Geophys. Suppl.”, 5 (1949) 407—426.

jest zdania, że krzemiany tworzą w jądrze specjalny stan metaliczny na skutek krytycznego ciśnienia. Atomy uwalniają wtedy swe zewnętrzne elektrony.

#### ZIEMIA JAKO UKŁAD ENERGETYCZNY

Ziemię należy rozpatrywać jako całość. Wyodrębnianie części jest koniecznością jedynie metodyczną. Najogólniejsza kolejność warstw licząc ku środkowi jest następująca: atmosfera, hydrosfera, sial, sima, warstwa przejściowa perydotytowa, jądro zewnętrzne i jądro wewnętrzne z granicą na głębokości 5100 km. Wyliczone tutaj geostrefy są bardzo schematyczne. Chodzi o zasadnicze podkreślenie nieciągłości. Ilość, rozmiary, wyrazistość granic stanowią szczegóły drugorzędne. Nieciągłość sejsmiczna wymaga jednak interpretacji. Czy mamy do czynienia w Ziemi z nieciągłością fizycznej natury, czy też występuje zasadnicza różnica w składzie chemicznym. Nowsze teorie byłyby skłonne widzieć homogenną masę krzemianową różnicującą się wtórnie. Rozpatrywanie poszczególnych warstw Ziemi jako różnych środowisk energetycznych jest słuszniejsze, niż traktowanie ich jako odmiennych regionów materii. Geostrefy są wtedy wyróżnionymi elementami całości energetycznej. Przyjęcie jednorodnego w zasadzie materiału krzemianowego odpowiadałoby bardziej pierwotnemu wymieszaniu materii kosmicznej. Różnicowanie masy krzemianowej jest wtedy zjawiskiem wtórnym.

Zróznicowanie na sial, simę i warstwę perydotytową jest w obecnym stanie Ziemi faktem. Kwestię stanowi tylko przebieg zróznicowania masy krzemianowej. Segregowanie składników jest możliwe „na zimno” na zasadach dyfuzji jonów i elektronów przez defekty sieci krystalicznej. Defekty te mogą być w naturalnych kryształach o charakterze geometrycznym albo chemicznym<sup>16</sup>.

Defekty geometryczne dzielą się na: 1. makroskopowe — pęknięcia, szczeliny, puste przestrzenie wielkości powyżej  $10^{-3}$  cm; 2. mikroskopowe — jak poprzednio, rozmiarów  $10^{-5}$  do  $10^{-3}$  cm; 3. submikroskopowe — poniżej  $10^{-5}$  cm: a) budowa mozaikowa wyrażająca się w odchyleniach prostych sieciowych od średniego kierunku o  $1-2^\circ$ ; b) defekty sieciowe o rozmiarach komórki elementarnej. Tutaj mogą być 2 typy: typ Frenkla (przesunięcia jonów do przestrzeni międzywęzłowych) i typ Schottky'ego (część węzłów nieobsadzona). Defekty chemiczne są następujące: 1. Podstawienie elementu sieci macierzystej przez inny różny chemicznie jon (atom) albo podstawienie jonu ujemnego przez elektron, względnie oderwanie dodatkowego elektronu z sieci. Określa się to jako „dziurę elektronową”.

<sup>16</sup> J. Chojnacki, *Krystalografia chemiczna i fizyczna*, Warszawa 1961, s. 288—289.

2. Ekscytyny — występująca para „elektron—dziura”. Kryształy jonowe mogą wykazywać przewodnictwo zarówno elektronowe, jak i jonowe. W podwyższonej temperaturze lub na skutek przyłożenia zewnętrznego pola elektrycznego może zaistnieć nakładanie się prądu elektrycznego na prąd elektrolityczny, czyli jonowy<sup>17</sup>. Ruchliwość jonów wzrasta z temperaturą. Badania nad kwarcem wykazały:

temperatura pokojowa	—	ruchliwość	$10^{-7}$ cm <sup>2</sup> /V sek.
„	300° C	—	„ $10^{-4}$ cm <sup>2</sup> /V sek.
„	900° C	—	„ 0,1 cm <sup>2</sup> /V sek.

Rozpatrując Ziemię „na przekroju” obserwuje się w warstwach przynajmniej bardziej zewnętrznych odtlenienie i odkwaszenie składu chemicznego. Rzecz ilustruje tablica<sup>18</sup>:

rodzaj skały	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO
granit alkal.	75,22	9,53	0,09	4,06	4,78	1,08	4,50
granit aplit.	75,70	13,17	0,15	4,77	3,59	0,92	1,17
porfir kwarc.	76,65	11,76	0,27	5,61	3,36	0,45	1,99
gabro	48,61	17,83	8,23	0,32	2,63	13,72	7,31
diabaz	50,20	16,08	6,82	1,24	2,38	11,06	13,17
bazalt	50,32	12,83	7,39	0,41	2,60	10,40	11,67
perydotyty							
dunit	38,82	2,24	44,28	—	0,20	—	7,94
hornblendyt	44,78	9,38	16,85	0,20	2,24	10,85	12,21

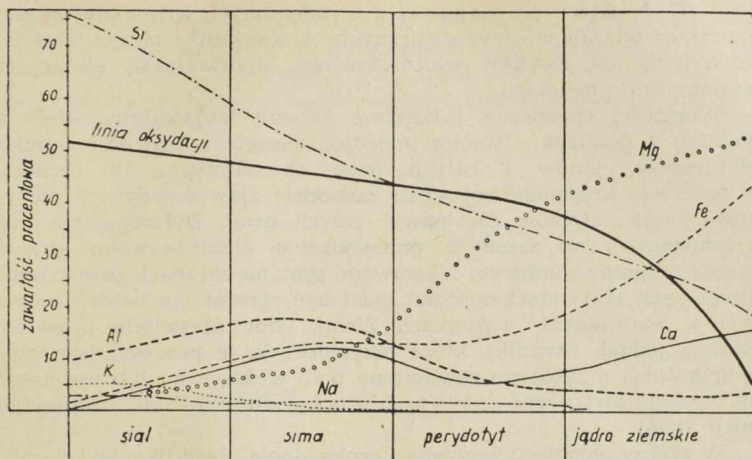
Orientacyjne dane wskazują na odalkalizowanie i odkrzemienie postępujące w głąb Ziemi przy jednoczesnym odtlenieniu. Ważny będzie zapewne stosunek:

$$\text{Si} \left( \frac{\text{Al K Na}}{\text{Fe Mg Ca}} \right)$$

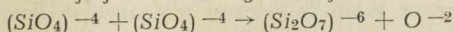
Zależność tę ilustruje rysunek 1. Ogólnie można powiedzieć, że wzbogacenie w tlen postępuje od środka Ziemi ku jej peryferiom. Odpowiednio obliczone procenty wagowe tlenu dla wyżej wymienionych skał wynoszą:

<sup>17</sup> A. F. Joffe, *Półprzewodniki w fizyce współczesnej*, Warszawa 1956, s. 27 (tł. z ros.).

<sup>18</sup> A. Bolewski, *Petrografia. Cz. I. Skały magmowe*, Kraków 1952, s. 145, 163, 191 (skrypt Akademii Górniczo-Hutniczej).



sial (skały kwaśne) 49,78<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, sima (skały zasadowe) 44,82<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, perydotyty (ultrazasadowe) 43,14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Odtlenienie dokonuje się w stopach na skutek kondensacji jonu SiO<sub>4</sub> wg reakcji:



Ta sama reakcja może zajść nie tylko w stopach, ale również przy rozluźnieniu sieci krystalicznej w następstwie ruchów termicznych atomów. Ubytek tlenu w środowisku krzemianowym wpływa na dalszą kondensację. Jon tlenowy może więc dyfundować poprzez sieć krystaliczną. Zjawisko kondensacji łączy się tutaj z dezoksydacją.

Hydrosfera składa się niemal z czystego tlenu wodoru, atmosfera natomiast zawiera już 23,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> tlenu drobinowego. Należy przypuszczać, że regularność odtlenienia ma swój początek w jądrze Ziemi. Można ten fakt przyjąć na podstawie ekstrapolacji; odtlenienie postępuje w głąb Ziemi, mianowicie atmosfera, hydrosfera, sial, sima, warstwa perydotytowa. W tym kierunku postępując, winny się bliżej środka Ziemi znajdować związki chemiczne wykazujące niedobór O, Si, K, Na przy wzbogaceniu w Fe, Mg, Ca. Dyferencjacja związana z odtlenieniem postępującym w głąb Ziemi pozwala przypuszczać, że bliżej jądra winny znaleźć miejsce reakcje beztlenowe, a więc związki typu<sup>19</sup>: CaSi<sub>2</sub>, Ca<sub>2</sub>Si, Ca<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>, SiS<sub>2</sub>, (SiS)<sub>x</sub>, Mg<sub>2</sub>Si, FeSi, Fe<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>, FeSi<sub>2</sub><sup>20</sup>. Krzemki żelaza powstają jednak w temperaturze powyżej

<sup>19</sup> H. Remy, *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, Leipzig 1955, t. II, s. 138.

<sup>20</sup> G. J. F. Mac Donald, L. Knopoff, *On the chemical composition of the outer core*, „Geophys. Jour.”, 1958, 1, s. 284—297.

1000° C. Niektóre przynajmniej z wymienionych krzemków miałyby charakter wiązań międzymetalicznych, a więc duży ciężar właściwy, odchylenia od zwykłej wartościowości, przewodność elektryczną analogiczną z metalami.

Własności chemiczne i fizyczne krzemu wyjaśniłyby wiele zagadnień z geofizyki. Istnieją ponadto szerokie możliwości wymiany elektronów, jonów i całych grup chemicznych. W rezultacie w warstwie krzemianowej może zachodzić zjawisko dyfuzji elektronów, jonów, atomów czy nawet całych grup. Dyferencjacja masy krzemianowej na zasadach przewodzenia elektronowego (przewodzenie półprzewodnikowe) i jonowego oraz na zasadach przestrzenno-atomowych (krystalochemiczna) musi być zjawiskiem bardzo pospolitym w naturalnych warunkach Ziemi, choć niezwykle powolnym. Istnieją jednak czynniki, które przyspieszają te procesy, jak wzrost temperatury, przyłożone zewnętrzne pole elektryczne lub magnetyczne. Szczegółowsze omówienie tych procesów w rozdziale o termodynamice Ziemi.

W rzeczy samej stwierdzona dezoksydacja, desilifikacja i dezalkalizacja geostref winna być rezultatem bardzo długiego w trwaniu procesu elektronowego, jonowego i krystalochemicznego, który zapewne i dzisiaj nie jest ukończony. Uzasadnienie tak przeprowadzonej ekstrapolacji mielibyśmy w warunkach pozaziemskich reprezentowanych przez skład chemiczny meteorytów. Proporcje średniego składu meteorytów przedstawiają się analogicznie jak w głębszych warstwach Ziemi przy przejściu ze skał kwaśnych do gabra, perydotytów, eklogitów. Stwierdzono większą zawartość *Fe*, *Mg*, *Cr*, *S*, natomiast mniejszą zawartość *O*, *Si*, *Al*, *K*, *Na*<sup>21</sup>. Jeżeli meteoryty są rzeczywiście fragmentami większego ciała niebieskiego, strefy materii rozkładałyby się mniej więcej analogicznie jak w Ziemi.

Z procesem tak pojętej dyferencjacji magmy łączy się zagadnienie przestrzennej natury. Anion tlenu ma promień 1,40Å, a kation potasu 1,33Å. Na skutek odkrzemienia, odtlenienia i odalkalizowania magmy zmieniają się zasadnicze relacje objętościowe. Siał staje się objętościowo większy. Innymi słowy, Ziemia zewnętrznie wzrasta przy malejącym ciężarze właściwym. Sima natomiast i warstwa perydotytowa zwiększają swoją gęstość i podlegają kontrakcji na skutek utraty jonów o dużym promieniu. Ziemia wewnętrznie kurczy się. Relacje objętościowe od strony atomowej przedstawia rysunek 2. Diagram Fersmana został zestawiony według klarków występowania pierwiastków chemicznych w litosferze<sup>22</sup>.

Praktycznie można przyjąć, że struktura krzemianowa Ziemi, przynajmniej w zewnętrznych geostrefach litologicznych, byłaby zbudowa-

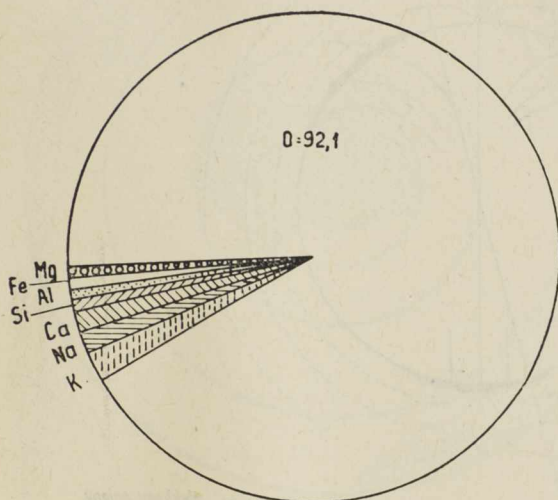
<sup>21</sup> A. A. Saukow, *Geochimia*, Moskwa 1950, s. 60 (tł. pol.).

<sup>22</sup> A. E. Fersman, *Geochimia*, 1934, 1936, 1939. Za: K. Smulikowski, *Geochemia*, Warszawa 1952, s. 179.

wana z jonów tlenowych zajmujących prawie całą objętość, inne natomiast jony wypełniałyby tylko znikome części przestrzeni.

Dyfuzja jonów i elektronów oraz różnicowanie na tych zasadach magmy winny się łączyć z wydzielaniem ciepła kondensacji. Temperatura jest oko-

licznością ważną, przewodnictwo bowiem półprzewodników wzrasta wtedy niezwykle. Różnica potencjałów elektrycznych, jaką obserwujemy między litosferą i atmosferą, musi być zjawiskiem częstszym i wśród innych geostref. Badania idą po linii wykrywania potężnych prądów płynących na znacznych głębokościach<sup>23</sup>.

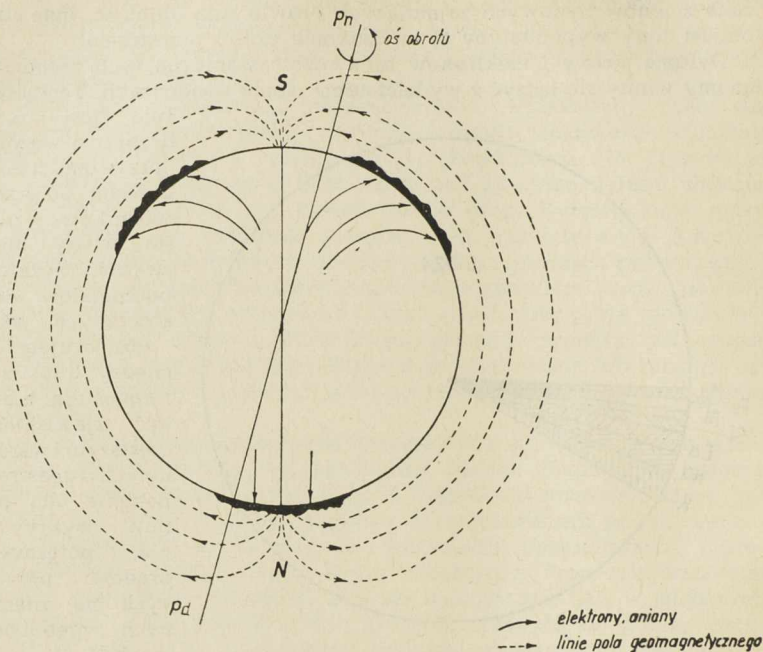


Rys. 2. % objętościowe (w/g Fersmana)

Tak pojęta dyferencjacja ma-

gmy pozwala na innych zupełnie zasadach rozwiązać powstawanie geosynklin. Dno Oceanu Spokojnego pozbawione sialu, jak wykazują badania sejsmiczne i grawitacyjne, mogło się urzeczywistnić w inny sposób niż na skutek oderwania się w karbonie masy Księżyca (Taylor). Wędrowka elektronów i jonów różnicująca masę krzemianową musi doznać odchylenia w polu magnetycznym Ziemi. Wpływ ten winien być najwidoczniejszy na biegunach magnetycznych, charakteryzujących się maksymalnym zagęszczeniem linii pola magnetycznego. Całość zjawiska winna się komplikować o ruch wirowy Ziemi i odchylenie osi obrotu od osi magnetycznej. Efektem zewnętrznym winno być w ostateczności wieńcowe ułożenie sialu wokół bieguna geograficznego N, równoznacznego z biegunem magnetycznym S. Ryc. 3 przedstawia przebieg zjawiska na przekroju Ziemi.

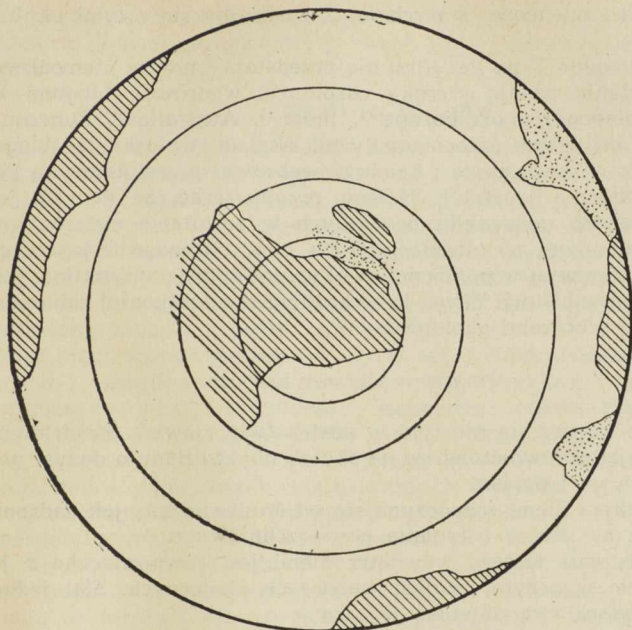
<sup>23</sup> U. Fleischer, *Ein Erdstrom im tiefen Untergrunde Norddeutschlands während erdmagnetischer Baystörungen*, „Naturwissenschaften”, 1954, 41, s. 5.



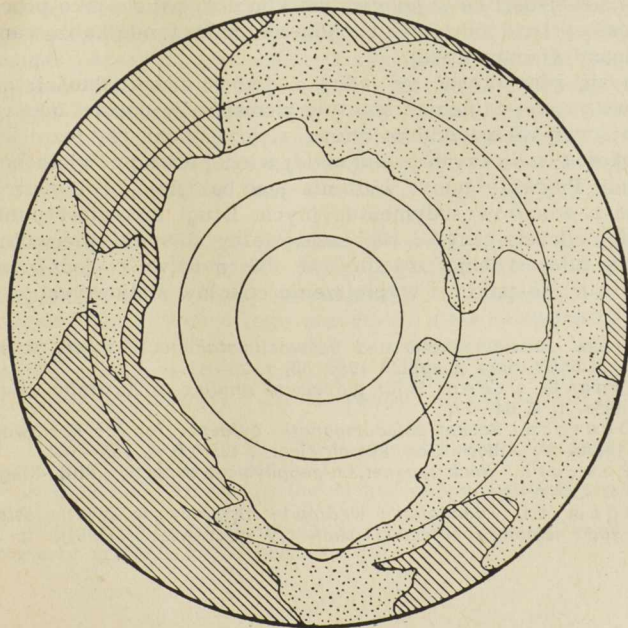
Ubočnym rezultatem odchylającego działania pola magnetycznego na elektronowe i jonowe zróżnicowanie pramagmy winno być odślonięcie symy. Obraz ten mamy w obecnym Pacyfiku wykazującym brak siału. Wokół Pacyfiku ułożył się siał w formie starych tarcz: kanadyjskiej, brazylijskiej, Antarktydy (?), australijskiej, syberyjskiej, indyjskiej, bałtyckiej. Ryc. 4. To „przyrównikowe” nagromadzenie olbrzymich mas sialicznych przy umiejscowieniu bieguna geograficznego N na Pacyfiku jest bardzo charakterystyczne.

Odwrotnego zjawiska należałoby oczekiwać na przeciwległym biegunie magnetycznym. Linie pola magnetycznego winny skupiać zarówno elektrony, jak i aniony, dając przybiegunowe nagromadzenie siału. Przy lokalizacji bieguna N na Pacyfiku, biegun S wypadłby na tarczy afrykańskiej (część południowo-zachodnia). Analogiczną sytuację stwierdzamy obecnie. Biegun ziemski N jest morski, biegun S natomiast lądowy. Przy osi ziemskiej idącej przez Pacyfik i tarczę afrykańską większość lądów była skupiona, podobnie jak obecnie, na półkuli północnej, zajmując pozycję bardziej przyrównikową. Siła odśrodkowa musiała zapewne być wtedy większa na skutek krótszej





lądy  
płytkie morza



doby. Rozkład wieńcowy starych tarcz zgadzałby się z tymi okolicznościami.

Lokata bieguna *N* na Pacyfiku nie przedstawia rzeczy niemożliwej. Nowsze badania uznają szeroką rozpiętość wędrówek bieguna od Ameryki Północnej przez Europę<sup>24</sup>, Indie<sup>25</sup>, Australię<sup>26</sup>. Runcorn<sup>27</sup> dochodzi w badaniach paleomagnetyzmu skał do wniosku, że biegun magnetyczny w prekambryze i kambrze wędrował przez Amerykę Północną i północny Pacyfik<sup>28</sup>. Należy przypuszczać, że Pacyfik jest jedną ze starych geosynklin powstałych w rezultacie dyferencjacji masy krzemianowej na zasadach dryfu elektronowego i jonowego. Pacyfik przynajmniej w północnej swej części byłby geosynkliną, jeśli nie najstarszą w historii Ziemi, to w każdym razie najmniej zaburzoną późniejszymi procesami geologicznymi.

#### WNIOSKI — HIPOTEZY ROBOCZE

1. Ziemia kurczy się nie tyle w następstwie zjawisk termicznych, ile raczej objętościowo-atomowo na skutek ubytku tlenu o dużym promieniu jonowym i potasu.

2. Kontrakcja Ziemi rozpoczyna się od środka, a nie, jak sądzono, od zewnątrz na skutek ostygnięcia powierzchniowego.

3. Zagęszczenie materii wewnątrz Ziemi jest równoznaczne z jej rozrzedzaniem w peryferycznych warstwach sialicznych. Siał jednocześnie zwiększa swą objętość jonowo.

4. Wzrost zawartości *Fe* w jądrze ziemskim dokonał się jako proces wtórny w następstwie odtlenienia, odkrzemienia i odalkalizowania pierwotnej masy krzemianowej.

5. Trzeba się zdecydować na jedną z dwóch ewentualności: czy chodzi o powstawanie zagłębień skorupy ziemskiej w postaci geosynklin zapełniających się wodami oceanów i sedymentami, czy też o wypiętrzenie cokołów sialicznych ponad mniej więcej równą powierzchnię dna praoceanu. Pierwszy punkt widzenia jest bardziej „geologiczny” i wzięty jest z procesów sedymentacyjnych. Drugi natomiast punkt byłby bardziej „geofizyczny” i reprezentowałby stosunki pierwotne. Przedstawiony tutaj schemat uwzględnia obie możliwości jednocześnie — powstanie geosynklin i wypiętrzenie cokołów sialicznych.

<sup>24</sup> E. Irving, *Palaeomagnetic and palaeoclimatological aspects of polar wandering*, „Geofis. pura e appl.”, 1956, 33, s. 23—41.

<sup>25</sup> E. Irving, R. Green, *Polar movement relative to Australia*, „Geophys. Jour.”, 1958, 1, s. 64—72.

<sup>26</sup> E. R. Deutsch, *Recent palaeomagnetic evidence for the northward movement of India*, „J. Alberta Soc. Petrol. Geol.”, 1958, 6, s. 155—162.

<sup>27</sup> S. K. Runcorn, *Rock magnetism-geophysical aspects*, „Phil. Magn. Suppl.”, 1955, 4, s. 244—291.

<sup>28</sup> A. Radomski, *Zagadnienie wędrówki biegunów w świetle ostatnich badań nad paleomagnetyzmem skał*, „Wszeczeńświat”, (1961), z. 4, s. 89—92.

6. Przyjęcie jednego pralądu (Pangea) wydaje się mało prawdopodobne z powodu statyki bryły obrotowej i procesów geosynklinalnych.

#### TERMODYNAMIKA ZIEMI

Ograniczenie termodynamiki Ziemi do procesów stygnięcia na skutek promieniowania w przestrzenie kosmiczne oraz do procesów uzupełniania rezerw ciepłych stałą słoneczną i pierwiastkami promieniotwórczymi jest zubożeniem problematyki termodynamicznej Ziemi. A. Rittmann<sup>29</sup> wprowadzie rozróżnia szczegółowo źródła energii w Ziemi klasyfikując je na „kosmiczne” i „teluryczne”, mimo wszystko zestaw energii nie jest ani wystarczający, ani oddający istotę termodynamicznych procesów.

W Ziemi rozpatrywanej łącznie ze wszystkimi strefami można różnić 3 rodzaje energii o zasadniczym znaczeniu: mechaniczną, elektryczną i termiczną w znaczeniu fenomenologicznym. Pomijamy przy tym subtelności terminologiczne dla przejrzystości obrazu. Entropia jest dopiero końcową fazą utraty energii niezdolnej do wykonania pracy po wielkim zakolu energetycznych przemian w Ziemi. Ziemia stanowi skomplikowany transformator z układem „wejść” i „wyjść” energetycznych.

A) Energia mechaniczna w Ziemi jest wynikiem jej przynależności do systemu planetarnego. Wbrew pierwotnym przypuszczeniom, że warunki astronomiczne weryfikują ruch jednostajny, coraz częściej stwierdzamy, że stosunki planetarne nie potwierdzają istnienia ruchu jednostajnego w przyrodzie. Nie tylko prędkość orbitalna posiada okresy przyspieszenia i opóźnienia, lecz zmienia się również prędkość wirowa i to zarówno w długich okresach czasu, jak i nagle w sposób nieprawidłowy (De Sitter, Brown, Spencer, Jones). Sumaryczny efekt jest bardzo znaczny w rozmieszczeniu biegunów<sup>30</sup> i równika<sup>31</sup>. Zależności energetyczne są sprzężone i przedstawiają tak zawiły obraz, że trudno rozstrzygnąć, co jest skutkiem, a co przyczyną.

Ponieważ proporcje grawitacyjno-mechaniczne pozostają zasadniczo te same w układzie „Słońce—Ziemia—Księżyc”, nie występuje również czynnik tarcia, przynajmniej w rozmiarach wymagających uwzględnienia, wobec tego przyczyny niejednostajności ruchu muszą tkwić wewnątrz Ziemi, a więc w rozkładzie mas i przemieszczaniu środka ciężkości. Umiejscowienie środka grawitacyjnego w środku geometrycznym bryły i zredukowanie go do punktu fizycznego jest

<sup>29</sup> A. Rittmann, *Zur Thermodynamik der Orogenese*, „Geologischer Rundschau”, 1942, 33, s. 485.

<sup>30</sup> D. Kreichgauer, *Die Aequatorfrage in der Geologie*, Steyl 1902, s. 394.

<sup>31</sup> W. Köppen, *Die Wanderung des Nordpols seit der Steinkohlenzeit*, „Meteorolog. Zeitschr.”, (1940) 106—110.

słuszne dla mechaniki dwu mas i to jako schematyzacja zagadnienia. O rozmieszczeniu wielkości grawitacyjnych jednego wielkiego ciała wiemy niewiele i to jedynie przez analogię z zagadnieniem dwóch mas. Przy tych samych relacjach grawitacyjnych Ziemi i Słońca, względnie jeszcze Księżyca, należy przypuszczać, że mamy do czynienia z hamowaniem „wewnętrznym” na skutek przemieszczania się środka ciężkości. Środek ciężkości Ziemi jest wypadkową dynamiczną, a nie tylko rezultatem koncentrycznego zalegania warstw skalnych.

Skomplikowany układ ruchu postępowego i wirowego, oddziaływanie Księżyca i Słońca, kształt Ziemi nie odpowiadający idealnej bryle obrotowej, pionowe rozmieszczenie głębin oceanicznych i szczytów stwarzają bardziej zawily obraz niż proporcjonalny wzrost ciśnienia w głąb Ziemi na skutek zalegania warstw nadrzędnych. W związku z tym schematyzacja, przyjmująca środek ciężkości w środku geometrycznym wielkiej masy, jest uproszczeniem ułatwiającym operacje rachunkowe. Rzeczywisty obraz środka grawitacji będzie dużo bardziej skomplikowany. Zamiast o punkcie należałoby wtedy mówić o centralnym polu grawitacyjnym. Płaszczyzna równikowa tego pola wykonywałaby ruchy balansujące na skutek ruchu obrotowego Ziemi i nachylenia jej osi do ekliptyki. Otrzymalibyśmy wówczas centralne pole grawitacyjne z możliwością znalezienia największego prawdopodobieństwa środka ciężkości.

Ta „największa gęstość prawdopodobieństwa” przypomina w całym obrazie raczej zagadnienie energetyczne fali niż problem statycznego środka masy. W związku z tym należałoby wewnątrz Ziemi mówić o gęstości „fali grawitacyjnej”, a nie o środku ciężkości. Tak „falowo” rozumiany środek ciężkości przestaje być punktem materialnym, posiada swoją dynamikę, własny charakter energetyczny, zależny zresztą od całego zestawu warunków.

W tym ujęciu byłoby niesłuszne przypuszczenie, że gęstość Ziemi wzrasta w kierunku środka geometrycznego bryły jako funkcja ciśnienia warstw skalnych. Natomiast możliwe się wydaje, że „falowe” przemieszczanie środka grawitacyjnego w jądrze, połączone z przesunięciem energii i gęstości, może nosić cechy quasi-płynnego ośrodka.

„Największe prawdopodobieństwo” środka ciężkości przemieszcza się tak, jak fala pływów skorupy ziemskiej w następstwie działania Księżyca i Słońca. Zasadniczą różnicę stanowią izochoryczne warunki w jądrze Ziemi. Ustawiczne przemieszczanie środka grawitacyjnego musi dawać specyficzny obraz energetyczny jądra. Energia mechaniczna przemieszczająca się „falowo” jest zasadniczą rzeczą dla jądra. Izochoryczne warunki powodują przemianę energii mechanicznej na termiczną. Wzrost temperatury może dawać dwa efekty: elektryczny, w postaci wzrastającego przewodnictwa jonowego i elektronowego w dielektryku krzemianowym, oraz wielokrotną jonizację.

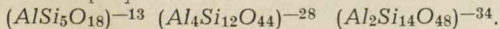
Energia mechaniczna jądra byłaby więc przyczyną niepokoju

energetycznego, który rozprzestrzenia się w postaci pola termicznego i elektrycznego od środka ku zewnętrznym strefom Ziemi.

B) Energia elektryczna należy do najmniej uwzględnianych w bilansie energetycznym ziemi. Wynika to z późnego rozwoju nauki o półprzewodnikach, defektach sieci krystalicznej, krystalochemii, prądach telurycznych oraz z niedawnego stosowania badań geoelektrycznych. Praktyka geofizyczna i konkretne potrzeby geologii poszukiwawczej i tak zresztą wyprzedziły zagadnienia teoretyczne w tym względzie.

Pomiary elektryczne wykazują różnicę potencjału między dwoma punktami powierzchni Ziemi. Przez Ziemię płynie prąd elektryczny<sup>32</sup>. Różnicę potencjału winny wykazywać również „ład-morze”. Między dwoma brzegami morskimi różnica potencjału winna powodować wędrówkę elektrolitów rozpuszczonych w wodzie. Ruchy morza w polu magnetycznym Ziemi dają prądy elektryczne mierzalne<sup>33</sup>. Dotychczasowe dane, choć niekompletne, wykazują, że jonosfera nie jest zjawiskiem elektrycznym odosobnionym w całym zestawie geosfer.

Rozpatrzmy ewentualne źródła elektryczności w Ziemi. Jonizacja jądra, jak wspomniano uprzednio, powoduje dwa efekty malejące ku zewnętrznej stronie Ziemi: elektryczny i termiczny. Gradienty tych dwóch pól wpływają na ruch energii elektrycznej i cieplnej ku zewnętrznym geostrefom. Za praktycznie niewyczerpywalne źródło elektronów i jonów należałoby uznać zasadniczą masę Ziemi, a więc krzemiany. Kompleksowe jony kwasów krzemowych mogą na zasadach diadocpii wymieniać  $SiO_4$  na  $AlO_4$ ,  $FeO_4$ ,  $BO_4$ ,  $BeO_4$ ,  $TiO_4$ ,  $PO_4$  itp. W szczególnym przypadku mogą wolne aniony tych kwasów dyfundować w sieci krystalicznej, względnie oddawać elektrony. W przyrodzie spotykamy następujące aniony kwasów krzemowych:  $(SiO_3)^{-2}$   $(SiO_4)^{-4}$   $(Si_2O_7)^{-6}$   $(Si_3O_9)^{-4}$   $(Si_4O_{12})^{-8}$   $(Si_6O_{18})^{-12}$   $(Si_4O_{11})^{-6}$ . Aniony kompleksowe glinokrzemianów wykazują jeszcze większe wartościowości. Dla przykładu:



Aniony kwasów krzemowych i glinokrzemowych dysponują więc orientacyjnie ilością od 2 do 34 elektronów. Wielowartościowe aniony na skutek kondensacji dają wolne grupy OH, jony tlenowe, czterowartościowe aniony  $SiO_4$ ,  $AlO_4$ .

Strumień elektronów i jonów płynący z jądra w następstwie wielokrotnej jonizacji wzmagają się w dalszych geostrefach dyfundując po-

<sup>32</sup> U. Fleischer, op. cit.; H. Weise, *Tiefentellurik (Erforschung von grossräumigen Zonen erhöhter elektrischer Leitfähigkeit im Erdinnern.)*, „Phys. Verhandlg.“, 6 (1955) n. 5, s. 97—98; K. Burkhart, *Der Erdstrom, seine Entstehung und Wahrscheinliche Rückwirkung auf das erdmagnetische Feld*, „Geofis. pura e appl.“, 1956, 33, n. 1, s. 49—77.

<sup>33</sup> G. E. R. Deacon, *Information from electric currents in the sea*, „J. Inst. Navig.“, 1955, 8, n. 2.

przez masę krzemianową przy częściowej jej jonizacji. Zbiorczy efekt jako prąd elektronowy albo elektrolityczny o dużym natężeniu płynie między warstwami. Prąd elektryczny w polu geomagnetycznym ulega odchyleniu i przyjąć może w szczególnych warunkach kierunek równoległy do jakiejś geostrefy. W specjalnych okolicznościach przewodnictwa, zwłaszcza wzbogacenia w oliwiny<sup>34</sup>, co ma miejsce w warstwie perydotytowej, może powstać coś w rodzaju wewnętrznej „jonosfery”. Można by ją nazwać dla odróżnienia „elektrogeosferą”.

Prąd wielkiego natężenia płynący między warstwami powoduje zjawisko polaryzacji dielektryka krzemianowego. Warstwa skalna wytworzy wtedy silne pole elektrostatyczne, które ze swej strony ułatwia wędrówkę jonów i elektronów poprzez defekty sieci krystalicznej. Zjawiska elektryczne uwielokrotniają się zwłaszcza w warstwowym układzie skał. W rezultacie powstaje kondensator o wielkiej pojemności. Wolne elektrony dyfundujące przez sieć krystaliczną, jony i elektryczność statyczna indukowana w dielektrykach krzemianowych stwarzają swoiste i dogodne warunki na gromadzenie wielkich ilości energii elektrycznej.

Istnieją również wtórne źródła potencjału elektrycznego w Ziemi. Zjawiska łączą się i uwielokrotniają przy wzajemnym uzupełnianiu. Prąd musi indukować pole magnetyczne<sup>35</sup>. Wpływ linii pola magnetycznego na prąd płynący w kierunku podłużnym „próbki” (w tym wypadku rozciągłości warstwy skalnej) daje efekt Halla. „Poprzecznie” do warstwy powstaje różnica napięcia elektrycznego. W naturalnych warunkach wielkich rozmiarów „próbek” warstw skalnych i silnych prądów indukujących pole magnetyczne efekt Halla może powodować duże wartości potencjału<sup>36</sup>.

Nie można również pominąć źródła elektronów, które odegrało wielką rolę w historii nauki o elektryczności. Tarcie dielektryka o dielektryk gromadzi wielkie ilości elektronów, względnie przenosi je na inny dielektryk. Przez tarcie powstają wyjątkowo wysokie potencjały elektryczne. Przesuw warstw skalnych w następstwie trzęsienia ziemi, ruchy górotwórcze, pływy skorupy ziemskiej, przeciskanie lawy przez krater mogą być źródłem wysokich napięć. Zrozumiałe się wtedy stają zjawiska elektryczne towarzyszące erupcjom wulkanicznym oraz zaburzenia pola magnetycznego podczas trzęsienia ziemi.

<sup>34</sup> S. K. Runcorn, D. C. Tozer, *The electrical conductivity of olivine at high temperatures and pressures*, „Ann. Géophys.”, 1955, 11, n. 1.

<sup>35</sup> W. Kertz, *Modelle für erdmagnetisch induzierte elektrische Ströme im Untergrund.*, „Nachr. Akad. Wissensch. Göttingen, math. phys. Kl. 11a Abtg.”, 1954, n. 5, s. 100—110. K. Burkhardt, *Vergleichende Betrachtung zwischen Erdstrom und magnetischer Pulsation*, „Phys. Verhandlg.”, 1955, 6, n. 5, s. 98—99.

<sup>36</sup> D. R. Inglis, *Theories of the earth's magnetism*, „Rev. mod. Phys.”, 1955, 27, n. 2.

W ten sposób energia mechaniczna transformuje się na elektryczną. Nie jest wykluczony inny rodzaj zamiany. Kwarc posiada wybitne własności piezoelektryczne, czyli dawania różnicy potencjału przy nacisku i rozciąganiu. Te same własności wykazują niektóre inne minerały skałotwórcze. Jeżeli zjawisku piezoelektrycznemu będzie towarzyszyć podwyższenie temperatury od pewnych granic albo przyłożone zewnętrzne pole elektryczne, mogą zaistnieć warunki na odprowadzenie piezoelektronów<sup>37</sup>. Magnetyt wykazuje przewodność elektryczną w niezwykłym stopniu powyżej temperatury 120°K. Magnetyt  $Fe_2O_3$  należy do spineli inwersyjnych. Ponieważ spinele łatwo się mieszają, więc dodatek nieprzewodzących spineli jak  $MgAl_2O_3$  zmniejsza przewodność, ale jej nie znosi. W naturalnych warunkach geofizycznych należy się często liczyć z tym faktem. Spinele należą zresztą do bardzo pospolitych skał. Zetknięciu dwóch warstw spineli o różnej przewodności i odmiennej temperaturze towarzyszy efekt termoelektryczny w miejscu styku. Elsasser (1939) przypisuje prądom pochodzenia termoelektrycznego w korze ziemskiej genezę pola magnetycznego<sup>38</sup>.

W Ziemi istnieją więc niewyczerpane rezerwy wolnych elektronów i jonów. Przy tej okazji należy wymienić znamienny fakt łączności energii elektrycznej z mechaniczną i termiczną. Wzajemna transformacja jest rysem zasadniczym termodynamiki Ziemi.

Pierwiastkom radioaktywnym przypisywało się zwykle naczelną rolę w utrzymywaniu bilansu cieplnego Ziemi. Doniosłą rolę spełnia także rozpad promieniotwórczy w dziedzinie elektrycznej. Promieniowanie beta emituje wolne elektrony. Większość izotopów radioaktywnych lżejszych pierwiastków daje promieniowanie beta. Promieniowanie gamma i alfa powoduje jonizację albo wybija fotoelektrony. Na ostatnim dopiero miejscu należałoby wymienić efekty termiczne.

Zjawiska magnetyczne tak znamienne dla Ziemi znalazłyby swoje wyjaśnienie. Olbrzymia masa o własnym i zmiennym lokalnie potencjale elektrycznym wirując wykazuje własny moment magnetyczny. Oś obrotu i oś magnetyczna winny się wtedy niewiele różnić, co też w rzeczywistości zachodzi (różnica 11,4°).

C) Energia termiczna. Stopień geotermiczny ma dowodzić pola cieplnego we wnętrzu Ziemi. Nie wnikając w tej chwili, w jakim stopniu jest słuszne, że nacisk „górných” warstw powoduje wzrost ciśnienia i temperatury wewnątrz Ziemi, zajmijmy się zjawiskami termicznymi Ziemi z innej zupełnie strony, jak zwykła utrata ciepła na skutek promieniowania.

<sup>37</sup> D. N e m e c, *Piezoelektrische Texturen in der Natur*, „Geologie, Beih.”, 1955, 4, n. 3.

<sup>38</sup> W. M. E l s a s s e r, *On the origin of the earth's magnetic field*, „Phys. Rev.”, 1939, 55, s. 489—498.

<sup>39</sup> E. B e d e r k e, *Zur Geologie und Geophysik der Tiefen*, „Geologischer Rundschau”, 1957, 46, s. 229.

Pokonywanie oporu właściwego zarówno w przewodnikach, jak i półprzewodnikach wymaga zużycia energii elektrycznej. Prąd pokonując opór zamienia się częściowo w ciepło. Ilość wytworzonego ciepła jest zależna od oporu, natężenia i masy półprzewodnika. Opór stawiany przez półprzewodniki krzemianowe z wyjątkiem niektórych spineli jest bardzo duży. Natężenie prądu w sporadycznych wypadkach wielkie. Grzanie się dielektryka zwiększa jego przewodność, w krańcowym przypadku nastąpi stopieniu dielektryka. W szczególności może ulec stopieniu część brzeżna warstwy perydotytowej, simy lub sialu. Bederke uznaje raczej możliwość stopienia perydotytołów niż simy<sup>39</sup>. Bezpośrednią przyczyną zjawisk wulkanicznych byłyby więc procesy elektryczne i termiczne.

Ognisko stopionych materiałów krzemianowych wykazuje przewodnictwo jonowe. Przy niesprzyjających warunkach na wyrzucenie lawy na powierzchnię (brak szczelin w skorupie ziemskiej, uskoków tektonicznych, zaburzeń w układzie warstw) lawa ulega procesom odwrotnym — spadek natężenia prądu elektrycznego na skutek dyfuzji elektronów poprzez krystaliczną masę krzemianową Ziemi, powolne stygnięcie przy jednoczesnej zmianie objętości i prężności ciał lotnych. Wytwarza się względna próżnia z dużym niedoborem ciśnienia w porównaniu ze stanem poprzednim. Nieco analogiczna sytuacja musi istnieć po erupcji wulkanicznej. Pustka magmatyczna jest przyczyną zachwiania równowagi i może być przy sprzyjającym kompleksie czynników mechanicznych powodem trzęsienia ziemi. Istnieje możliwość wytworzenia się pustek magmatycznych w kilku poziomach. Trzęsienie ziemi wykazuje wtedy różne fazy przebiegu.

Hipoteza pustek magmatycznych ma o tyle uzasadnienie, że epicentra trzęsień ziemi są zwykle dużo głębiej położone niż ogniska wulkaniczne. Niemożność zredukowania wewnętrznego ciśnienia ogniska magmatycznego na drodze zwykłej erupcji na zewnątrz, po długim i skomplikowanym zakolu procesów odwrotnych do grzania dielektrycznego, powoduje resorpcję ogniska. Niewyekspluatowane ognisko magmatyczne w naturalny sposób przez działalność wulkaniczną sygnalizuje przy zaistnieniu innych okoliczności swą obecność trzęsieniem ziemi. Tym się też tłumaczy względna bliskość terenów sejsmicznych i wulkanicznych.

Wulkany byłyby w tym rozumieniu naturalnym „przewietrzeniem” nadmiaru energii elektrycznej w Ziemi przy transformacji jej na ciepło i efekty mechaniczne. Trzęsienia ziemi natomiast stanowiłyby ten sam problem tylko rozwiązany w wewnętrznych warunkach Ziemi w postaci przesunięcia mas skalnych. Odwrócone procesy elektryczne i termiczne dałyby przejawy natury mechanicznej w następstwie kontrakcji ogniska magmatycznego.

Niektóre okoliczności geologiczne i geofizyczne byłyby wyjątkowo sprzyjające dla skupienia ośrodków magmatycznych termoelektrycznie



topionych. Części skorupy ziemskiej zaburzone, utwory soczewowate, większe nagromadzenie spineli przewodzących (magnetyt), warstwy idące w głąb, pogranicze faz petrograficznych w krzemianach, różnice współczynników rozszerzalności, odmienne ciepło właściwe, różnorodność oporu właściwego itp. Wszelkie różnice fazowe i wszelkie pogranicza faz będą tutaj uprzywilejowane w transformacji energetycznej.

#### CYKLE ENERGETYCZNE ZIEMI

Wstępne zaanonsowanie teorii wulkanizmu oraz trzęsień ziemi jest tylko schematem zagadnienia, które ma być przedmiotem specjalnego opracowania autora. Tymczasowe nawet rozważania pozwalają wyodrębnić pełny cykl energetyczny Ziemi.

Geocykl energetyczny obejmowałby 3 zasadnicze rodzaje energii: mechaniczną, elektryczną i termiczną. W całość Ziemi prowadzą 3 „wejścia” energetyczne z zewnątrz (rys. 5).

1. Energia mechaniczna (*EM*) w dwóch wariantach: a) wejście energii mechanicznej w jądro Ziemi w postaci wpływu na przemieszczanie się środka ciężkości, b) wejście w postaci pływów skorupy ziemskiej pod działaniem Księżyca i Słońca.

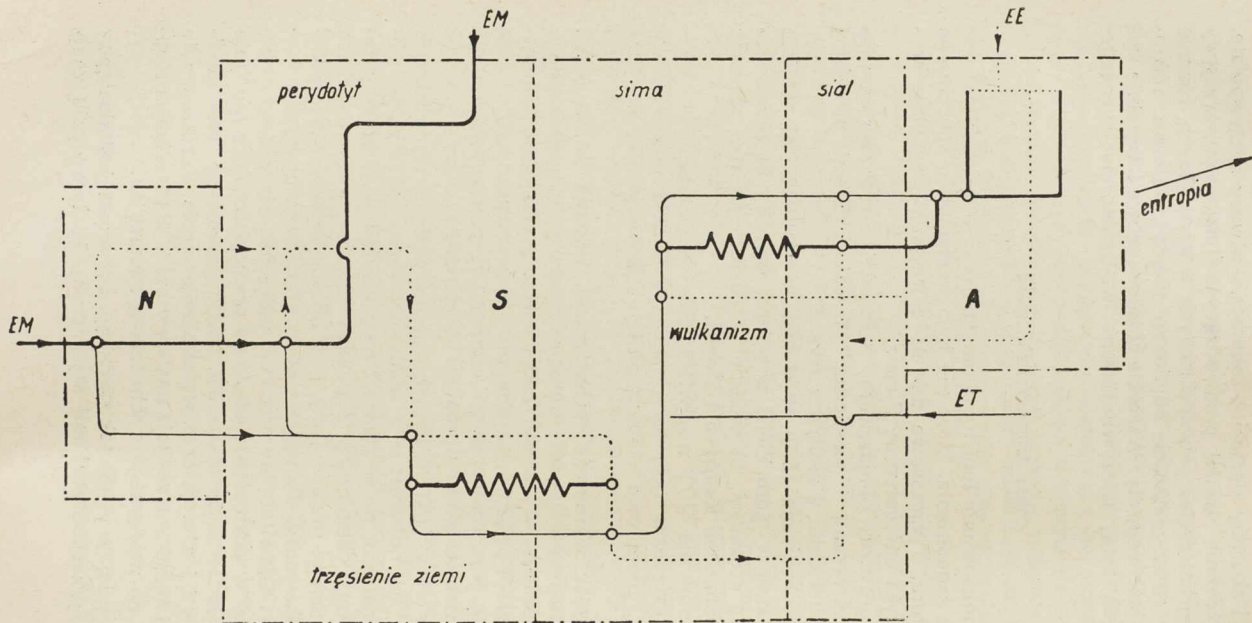
2. Energia termiczna (*ET*) w postaci stałej słonecznej.

3. Energia elektryczna (*EE*) jonizującego działania promieniowania kosmicznego, przepływu elektryczności atmosferycznej do litosfery.

Ziemia, używając wyrażenia technicznego, posiada 3 „wejścia”. Poza tym jest układem względnie autonomicznym w ustalaniu swego bilansu energetycznego. W całości Ziemi można wyodrębnić 3 quasi-autonomiczne cykle: jądrowy, sejsmiczny i atmosferyczny (*N*, *S*, *A*). Wyodrębnienie to jest konieczne ze względu na przejrzystość schematu. W rzeczywistości stanowią one w Ziemi całość.

Cykl jądrowy (*N*) przemian energetycznych doprowadził w konsekwencji do odtlenienia i odalkalizowania jądra przy jednoczesnym wzbogaceniu go w żelazo i magnez. Tak wyglądałoby zagadnienie od strony chemicznej. Z punktu fizycznego w warunkach izochorycznych nastąpi grzanie jądra w rezultacie ustawicznego przemieszczania środka masy. Dalszym etapem wzrostu temperatury jest jonizacja atomów. Grawitacyjny niepokój jądra jest zjawiskiem istotnym w tym cyklu. W następstwie powstaje przemieszczająca się „fala grawitacyjna”. Ostatecznym wynikiem cyklu jądrowego jest uwolnienie elektronów i jonizacja oraz wytworzenie ciepła. Zarówno pole elektryczne, jak i termiczne zasilają następny cykl. W mniejszym stopniu przenosi się do następnego cyklu fala grawitacyjna.

Cykl sejsmiczny (*S*) tak nazwany, ponieważ jest dostępny badaniom dzięki przechodzącej fali sejsmicznej. W tym cyklu znaj-



Rys. 5 Termodynamiczny cykl Ziemi

OBJAŚNIENIE

- granice cykli
- ..... energia elektryczna
- " — mechaniczna
- - - " — termiczna
- transformacje energetyczne

duże się wejście energii mechanicznej w postaci pływów morskich i skorupy ziemskiej w następstwie grawitacyjnego oddziaływania Księżyca i Słońca. Drugie wejście energetyczne w ten cykl to stała słoneczna.

Dominacja transformacji energetycznej cyklu sejsmicznego obejmuje przemiany energii elektrycznej w termiczną, a w konsekwencji w mechaniczną. Energia mechaniczna manifestuje się w postaci trzęsień ziemi i erupcji wulkanów. Zjawiska piezoelektryczne transformują energię mechaniczną z powrotem w elektryczną, przynajmniej częściowo. Chemicznym wyrazem przemiany energii elektrycznej w mechaniczną na drodze bardzo powolnego procesu jest dyferencjacja na siłę i siał, a jeszcze głębiej na warstwę perydotytową.

Cykl atmosferyczny (A) posiada wejście energii elektrycznej w postaci promieniowania kosmicznego. Całość Ziemi zamyka warstwa jonosfery i egzofery. Charakterystyczną cechą tego cyklu jest zamiana energii termicznej na mechaniczną w parowaniu wody, energia mechaniczna różnic ciśnienia powietrza i przepływ elektryczności atmosferycznej do warstw litologicznych.

Tutaj spotykamy dopiero entropię dla układu Ziemi po niezmiernie bogatym i zawiłym zestawie transformacji energetycznych. Nieużyteczna energia, tzw. nieczynna, po spełnieniu wielu zadań promieniuje dopiero w przestrzenie kosmiczne.

#### WNIOSKI WYNIKAJĄCE ZE SCHEMATU

1. Cykl termodynamiczny Ziemi jest bardzo urozmaicony i obejmuje transformację trzech najważniejszych rodzajów energii: mechanicznej, elektrycznej i termicznej. Tak pojęty cykl zapobiega entropijnemu „marnotrawstwu” energii.

2. Termodynamiczny cykl Ziemi jest wynikiem jej planetarnej stanowiska oraz półprzewodnikowych własności masy krzemianowej.

3. Wytwarzanie geosynklin przez dyfuzję elektronów i jonów w polu geomagnetycznym było istotnym krokiem w dalszych zaburzeniach równowagi bryły obrotowej.

4. Trzęsienie ziemi i wulkanizm stanowią dwa oblicza tych samych trzestopniowych przemian termodynamicznych Ziemi.

5. Dyferencjacja ogólnej masy Ziemi na jądro, warstwę perydotytową, siłę, siał, hydrosferę i atmosferę jest wynikiem termodynamicznego cyklu.

6. Przedstawione tutaj procesy termodynamiczne rozwijają się od jądra ku atmosferze, czyli według gradientu pola elektrycznego i termicznego.

7. Geomagnetyzm znajduje swoje wyjaśnienie w elektrycznej frakcji termodynamicznego cyklu Ziemi.

Przedstawiony zarys teorii lokującej wulkanizm i trzęsienia ziemi w ogólnym bilansie energetycznym Ziemi jest wstępny doniesieniem obszerniejszej pracy autora na ten temat. Postulat umieszczenia wulkanizmu i trzęsień ziemi w ogólnym cyklu termodynamicznym Ziemi nie ulega wątpliwości. Zasadniczą cechą przedstawionego tutaj schematu jest rozpoczęcie procesów geofizycznych i geochemicznych od środka Ziemi. Jest to zapewne jedyny słuszny punkt widzenia. Procesy peryferyczne mają zasięg tylko do pewnych granic głębokości, przebiegałyby zresztą sprzecznie z gradientem pola energetycznego.

Teoretycznie istniałyby możliwości rozładowania energii bezpośrednio odpowiedzialnej za wulkanizm i trzęsienia ziemi, a więc energii elektrycznej. Gdyby istniały po temu możliwości techniczne, nic nie stałoby na przeszkodzie rozładować te dwa groźne dla człowieka fakty, jak to uczynił Franklin z piorunem.

#### VOLCANIC ERUPTIONS AND EARTHQUAKES IN THE GEOENERGETIC SYSTEM

The author presents the possibility of differentiating premagmas in the peridot, Sial and Sial zones. The differentiating was performed by diffusing ions and electrons through a net of crystalline silicates. The chemical structure of the zones mentioned shows that this process was connected with desilification, deoxidation, and dealkalization. The diffusion of *Si*, *Al*, *O*, *K*, *Na* took place from the centre of the Earth to the peripheries (fig. 1).

Oxygen and potassium with considerable ion radiation collecting in Sial increased its bulk with the simultaneous shrinking of the centre of the Earth (fig. 2). The dispersal of Sial masses on the surface of the Earth took an unusually long time due to changes in the direction of the diffusion of the ions and electrons in a whirling geomagnetic field (fig.3). The North pole dispersed the diffusing Sial elements, the South pole attracted them. The present dispersion of Sial masses shows that the axis and the magnetic pole were to be found in the Pacific and in south-west Africa (fig. 4). The development of geosynclines would thus take place along other lines than present hypotheses suggest.

The diffusion of ions and electrons in the silicate semiconductor gives, in certain circumstances, thermal effects, which could cause partial melting of the silicates. A local magnetic focus in favourable conditions causes a volcanic eruption. Otherwise, the phenomenon of the slow resorption of the focus takes place. A change in bulk after partial ejection of volatile bodies may cause a disturbance in the statics of rock strata, producing earthquakes. Volcanos and earthquakes would thus be two different pictures of the same Phenomenon of the transformation of electrical energy into thermal and mechanical energy according to the diagram in fig. 5.

This article is an introductory communication from the author in the sphere of volcanic activity and earthquakes.