

PÓLKULE AKTYWNOŚCI PŁASZCZA*)

UKD 551.242:551.14

Pogląd na mobilizm litosfery oparty na idei Holmesa–Dietza–Hessa, w którym największe znaczenie ma strefa akrecji litosfery oceanicznej, aktualny w latach sześćdziesiątych, uległ modyfikacji w następnej dekadzie i jakby stracił na znaczeniu. Przyczyniły się do tego przede wszystkim trudności interpretacyjne, np. brak kompensacji spreadingu pochodzącego od stref akrecji otaczających Afrykę; przyczyniła się do tego również idea plam gorąca J.T. Wilsona (19), zastosowana przez W.J. Morgana do wytłumaczenia genezy mobilizmu litosfery (10).

O ile pogląd pierwszych neomobilistów – Dietza i Hessa, niejako intuicyjnie pozwala widzieć strefy akrecji litosfery oceanicznej jako element tektoniczny o położeniu stałym z natury, jako że wprowadza on stosunki mobilne do litosfery, o tyle poczynione modyfikacje, wyrósłszy na bazie sprzeczności, jakie niósł model Holmesa–Dietza–Hessa, sprowadziły strefę akrecji nawet do roli pasywnego elementu tektonicznego, przyznając plamom gorąca rolę inicjującą mobilizm litosfery, a ponadto uznano, że strefy akrecji podlegają przemieszczeniom w czasie wzrastania. Jednak wniesione modyfikacje, obowiązujące do dziś, wydają się również zawierać sprzeczności, które mogą obrócić się przeciwko wprowadzonym zmianom. Nie jest celem tego artykułu poruszanie tej kwestii, chciałbym tylko, zwracając uwagę na szczególne położenie stref akrecji na naszym globie oraz ukazując niektóre cechy charakterystyczne tych stref, zrobić pierwszy krok w kierunku przywrócenia im właściwego znaczenia.

Łącząc poglądy niektórych badaczy uważam, iż w strefach akrecji litosfery oceanicznej przejawia się podstawowy proces geologiczny, będący wyrazem dyferencjacji węgłębnej płaszczu i konwekcji termogravitacyjnej, zaś w jego wyniku wyrasta na powierzchni globu nowa litosfera oceaniczna, która rozrastając się od miejsca powstania wprowadza mobilne stosunki przestrzenne do litosfery bezpośrednio w płaszczyźnie poziomej (spreading, dryf), jak i pośrednio w płaszczyźnie pionowej (orogeneza subdukcyjna).

Miejsce narodzin litosfery oceanicznej nazwano strefami akrecji od łacińskich słów – *cresco*, *cretum*, które oznaczają: rósć, wyrastać, powstawać, przybierać. Nazwa niewątpliwie adekwatna do procesu, jaki tam zachodzi. Rozmieszczenie stref akrecji, powszechnie znane i nie przejawiające jakich istotnych prawidłowości, może jednak zaciekać. Położenie tych stref jest bowiem charakterystyczne, lecz mapy naszego globu, ukazujące planetę w niejako już klasycznym ujęciu skrywają to przed nami i tylko intuicji mogą zawdzięczać dostrzeżenie podziału Ziemi, które przedstawiam na ryc. 1.

Okazuje się, że rozmieszczenie stref akrecji jest asymetryczne i można wyodrębnić różniące się między sobą półkule. Na jednej półkuli znajduje się niemal cały system stref akrecji, druga natomiast jest prawie od nich

wolna, znajduje się tam bowiem mniej niż 1/5 łącznej długości stref i – co należy wziąć pod uwagę – częściowo przejawiają one zmniejszoną „produktywność” w stosunku do pozostałych odcinków stref akrecji.

Mając na uwadze względy metodyczne pokazałem obie półkule w układzie współrzędnych opartym na założeniu, iż środek półkul będzie pełnił rolę swobodnego bieguna, ich obwód zaś przejmie rolę równie swobodnego równika. Uczyniłem tak również przez wzgląd, iż sądzę – podobnie jak A. Wegener (1928; 17) – że w rejonie dzisiejszego S Atlantyku i NW Pacyfiku znajdowały się w przeszłości bieguny geograficzne, choć obecnie w rekonstrukcjach dryfu kontynentów zagadnienie to przedstawia się inaczej. Południk zerowy półkul i południk 180° przyjąłem jako związane z przebiegiem atlantyckiej strefy akrecji. Łatwo jednak dostrzec, że południki te w przybliżeniu pokrywają się na określonym odcinku z trasą wędrówki biegunów geograficznych w okresie ostatnich około 300 Ma, a współczesne bieguny geograficzne (oznaczone krzyżykiem) oraz magnetyczne (1970 r., oznaczone kółkiem zaczerpniętym) i geomagnetyczne (oznaczone kółkiem niezaczerpniętym) znajdują się w ich podłożu. Obranie południków 0° i 180° dla wskazanych półkul nie jest zatem ustalone arbitralnie, lecz w sposób wiążący układ współrzędnych półkul z układem stref akrecji i biegunowością Ziemi.

Pokazane na ryc. 1 półkule obrazują aktywność Ziemi mającą swoje źródło prawdopodobnie w najniższej części dolnego płaszczu, tuż ponad granicą z jądrem. O tak głębokim założeniu konwekcji mówi się coraz częściej wśród amerykańskich sejsmologów; chodzi tu o grupy naukowców z Caltech oraz z Harvard University (8). Don L. Anderson, R.W. Clayton, I. Nakanishi, H.-C. Nataf i ich współpracownicy z Caltech oraz A. Dziewonski i J. Woodhouse z Harvard University zblizają się w swoich badaniach, prowadzonych przy użyciu najnowocześniejszych środków i metod, do pełnego określenia prędkości fal sejsmicznych we wnętrzu Ziemi i do zobrazowania przestrzennego rozkładu temperatury i gęstości w całym płaszczu, a tym samym, do prawdziwego obrazu konwekcji.

Przychyłam się do poglądu tych badaczy, którzy uważają, iż konwekcja w płaszczu Ziemi ma charakter termogravitacyjny i jest przejawem podstawowego procesu planetarnego – dyferencjacji węgłębnej na granicy płaszcz–jądro. Ideę tę propagują ostatnio badacze radzieccy – J.W. Artiuszkow, O.G. Sorochtin i W.P. Miasnikow ze współpracownikami (2, 3, 14, 15, 9). Są oni kontynuatorami hipotez R.V. van Bemmelen (5, 6). Można przypuszczać, że badania amerykańskich geofizyków pozwolą zaakceptować pogląd, iż system stref akrecji, to linearne struktury, w których pojawia się materia płaszczu poddana uprzednio dyferencjacji na granicy płaszcz–jądro i transformacjom podczas gravitacyjnego unoszenia ku powierzchni globu.

Strefy akrecji byłyby zatem przejawem aktywności procesu dyferencjacji węgłębnej w spagu dolnego płaszczu i dlatego – używając pewnego skrótu myślowego – uzasadnione będzie jeśli nazwiemy jedną z półkul: półkulą aktywnego płaszczu, drugą zaś: półkulą spokojnego płaszczu (ryc. 1). Mieszkańcy wybrzeży Pacyfiku, szczególnie Japonii, Filipin czy Indonezji, którzy mają tę możliwość

* Publikując powyższy artykuł, przedstawiający korelacje dotyczące zjawisk i następstw związanych z endogenicznymi procesami zachodzącymi w głębi, pragniemy udostępnić Czytelnikom nie tylko nowe oryginalne spojrzenie na budowę Ziemi, ale i jeszcze jeden przyczynek do poznania historii rozwoju naszej planety. *Red.*

i doświadczają owego spokojnego płaszczka, będą zapewne innego zdania: ziemia pod stopami jest u nich wyjątkowo niespokojna. I mają rację. Ale źródło tego niepokoju leży stosunkowo płytko, od kilkunastu do 700 km, a więc w znacznej mierze w górnym płaszczu, i jest ono wtórne, wymuszone przez proces, który zachodzi właśnie w obrębie półkuli aktywnego płaszczka, na głębokościach 2500–2900 km. To właśnie tam znajduje się ów motor ewolucji tektonicznej Ziemi zagrażający mieszkańcom brzegów Pacyfiku. Umieszczenie zjawisk i procesów tektonicznych w pasie okołopacyficznym wynika po prostu z lokalizacji w pobliżu granicy strukturalnej ocean–kontynent, z fizycznej różnicy gęstości tych dwóch typów litosfery i oczywiście z mobilizmu zapoczątkowanego na dużych głębokościach w obrębie półkuli aktywnego płaszczka.

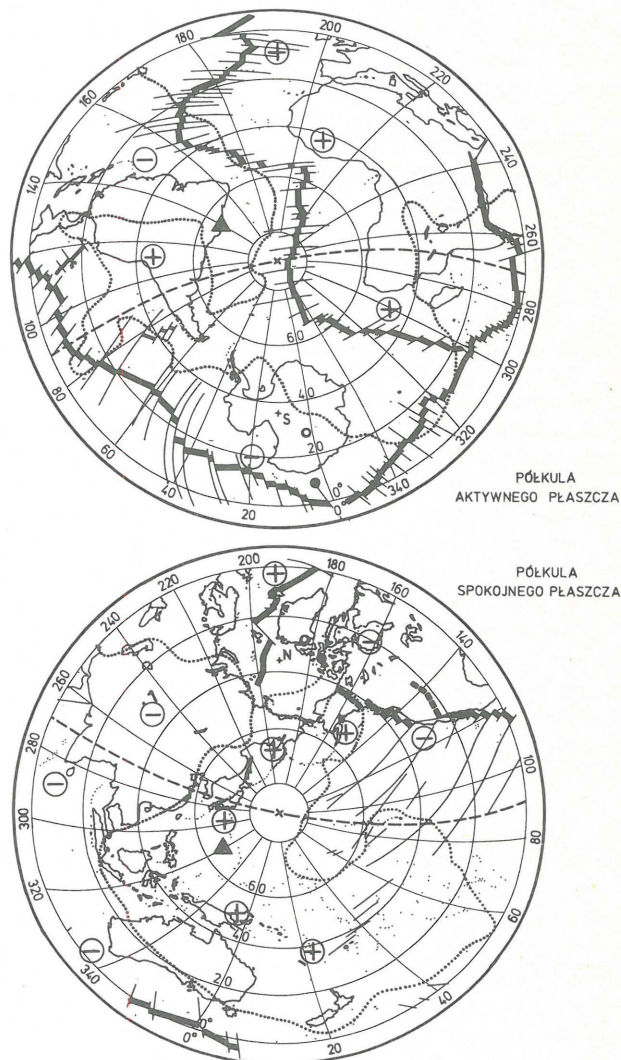
Asymetryczny podział naszego globu skłania by zadać pytanie: czy półkula spokojnego płaszczka jest rzeczywiście wolna od procesu dyferencjacji na granicy płaszcz–jądro i wznoszących się termogravitacyjnie linearnych diapirów lekkich dyferencjatów? – oczywiście z wyjątkiem stref akrecji, które w większości znajdują się na obrzeżu tej półkuli. Na to pytanie można odpowiedzieć tylko domniemaniem. Choć brak przejawów tego procesu na powierzchni, to sądzę, że prawdopodobnie ma on tam miejsce, lecz w stopniu daleko słabszym niż to zachodzi na przeciwległej półkuli. Owe diapiry być może wznoszą się tylko do astenosfery i tam, nie mając niższej lepkości niż ta warstwa, nie przebijają skorupy ziemskiej, a lekkie dyferencjaty diapiru rozprzestrzeniają się na boki wzbudzając prądy poziome w atmosferze. Jako przykład, który ma jednak pewne odzwierciedlenie na powierzchni litosfery, podam ryftowy charakter zapadliska jeziora Bajkał, które leży na dalekim przedłużeniu strefy akrecji położonej w obrębie Grzbietu Gakkela, przedłużeniu znacznym na dość długim odcinku przez pas aktywności sejsmicznej. A zatem proces dyferencjacji wgłębnej i konwekcji termogravitacyjnej, który prawdopodobnie zachodzi również na półkuli spokojnego płaszczka, odbywa się w niższej temperaturze, przez co ma mniejszy zakres wertykalny i nie oddziałuje znacząco na litosferę, a tym samym nie kwestionuje przedstawianego tu podziału na półkule aktywności płaszczka.

Niektórzy badacze pewnie zaoponują teraz wskazując, że należałoby uwzględnić aktywność tzw. plam gorąca (hot spots), które znajdują się na obszarze Pacyfiku, a więc na półkuli spokojnego płaszczka, a które – ich zdaniem – mają swoje źródła pierwotnego materiału właśnie w pobliżu jądra Ziemi (10). Chociaż jest widoczna wyraźna różnica ilościowa dla obu półkul w masie materiału wynoszonego na powierzchnię globu, umniejszyło by to znaczenie przedstawionego podziału na półkulę aktywnego i spokojnego płaszczka. Nie wszyscy jednak zgadzają się z tak głębokim umiejscowieniem źródeł plam gorąca i uważają, że miejsce ich narodzin sytuuje się nawet tuż pod płytą litosfery. A poza tym wykazują one mobilizm zarówno względem siebie, jak i w stosunku do poruszającej się ponad nimi płyty litosfery (7). Podzielał ów drugi pogląd. Sądzę, że źródła plam gorąca znajdują się w obrębie astenosfery i podlegają tam przemieszczeniom poziomym wskutek oddziaływania prądów konwekcyjnych pochodzących być może od wspomnianych wyżej diapirów, które nie przedarły się przez astenosferę w niej rozprzestrzeniając swoją substancję. Trzy podstawowe łańcuchy podwodnych gór i wysp wulkanicznych Pacyfiku zakończone archipelagami: Hawaiki, Tuamotu i Tubuai powstały w ciągu ostatnich 70 Ma skutkiem aktywności

wielu plam gorąca (18, 10, 19) dryfujących – jak sądzę – w astenosferze z kierunku N na S i NW na SE.

Na rozstrzygnięcie słuszności którejś ze stron trzeba będzie poczekać do wyników badań sejsmologów, którzy utworzywszy Zrzeszenie Badawczych Instytucji Sejsmicznych (Incorporated Research Institutions for Seismology) ukierunkowali badania na konstruowanie map wnętrza Ziemi o dużej rozdzielczości; pozwolą one zobrazować przestrzenny rozkład temperatury i gęstości z taką dokładnością, że zagadnienie konwekcji termogravitacyjnej w płaszczu stanie się dość dobrze rozpoznane (8).

Prezentowany tu podział globu na półkule aktywności płaszczka jest dość zbliżony do podziału dokonanego przez R.W. Claytona i R. Comera, który przedstawia R.A. Kerr w artykule zamieszczonym w nr 4663 „Science” (8). Za kryterium podziału badacze z Caltech przyjęli –



Ryc. 1. Podział Ziemi na dwie asymetryczne półkule: półkulę aktywnego płaszczka i spokojnego płaszczka. Podstawą podziału jest rozmieszczenie globalnego systemu stref akrecji litosfery oceanicznej (gruba linia). Pokazano również zarys anomalii geoidy według modelu pola ciężkości Ziemi GRIM-2 (4) (linia kropkowana). $R = 0,06 m^2$

Fig. 1. Subdivision of the Earth into two asymmetric hemispheres, i.e. those of the active and quiet mantle, respectively. The subdivision is made with reference to distribution of a global system of oceanic lithosphere accretion zones (thick line). The outline of anomalies of geoid (dotted line) is shown after the GRIM-2 model of the Earth's gravity (4). $F = 0.06 m^2$

jak sądzę globalne rozmieszczenie plam gorąca. Przekrój pokazany na mapce w artykule R.A. Kerra dzieli Ziemię w ten sposób, że na jednej z półkul, zbliżonej do półkuli aktywnej płaszcz jest tych plam znacznie więcej niż na przeciwległej półkuli. Ny ryc. 1 zaznaczyłem środek półkul (czarny trójkąt), który wynika z przekroju globu wykonanego przez R. W. Claytona i R. Comera. Oba podziały różnią się położeniem środków swoich półkul o około 23,5°. Podobieństwo to jest symptomatyczne, jest również wzajemnie się wspierające, nawet pomimo tego, iż oba podziały wychodzą z różnych założeń – z jednej strony są przecież brane za podstawę strefy akrecji, z drugiej zaś plamy gorące. Sądzę, że ma tu sprzeczności: półkula aktywnej płaszcz, będąc niewątpliwie bardziej gorąca od swoich antypodów, prawdopodobnie ma również pozytywny wpływ na tworzenie się źródeł plam gorąca tkwiących w astenosferze. Podział globu na półkule aktywności płaszcz, wraz z przedstawionymi dalej cechami charakterystycznymi wykonałem w 1976 r.; nie był on jednak publikowany, a dziś z zainteresowaniem i przyjemnością stwierdzam podobieństwo obu podziałów i ich komplementarność.

Rozpatrując aktywność plam gorąca w obrębie Pacyfiku zwróciliśmy się w przeszłość do około 70 Ma. Interesujące zatem będzie pytanie – od jak dawna zaznacza się podział na półkulę aktywnego i spokojnego płaszcz? Otóż wiek lineacji magnetycznych dna oceanicznego wskazuje, że ów podział, w takim kształcie jak obecnie (ryc. 1), występuje od około 15 Ma; od około 53 Ma – w kształcie dość zbliżonym do obecnego; zapoczątkowany zaś został na przełomie dolnej i górnej kredy powstaniem atlantycznej i być może pacyficznej strefy akrecji. Dolna kreda natomiast wydaje się mieć bardzo małą ilość stref akrecji w porównaniu ze stanem dzisiejszym i – jak mogą świadczyć o tym anomalie magnetyczne w NW części Pacyfiku – półkulą nieco aktywniejszą była współczesna półkula spokojnego płaszcz, choć raczej należy sądzić, że taka ocena jest problematyczna. Prawdopodobnie mezozoik, aż po dolną kredę, był okresem przejściowym, o małej aktywności stref akrecji, który nastąpił po paleozoicznym okresie dużej intensywności tego procesu mającego miejsce – jak można sądzić – w granicach dzisiejszej półkuli spokojnego płaszcz. Tak oto przedstawia się krótki zarys historyczny omawianego podziału na półkule aktywności płaszcz.

Do powyższego opisu konieczne należy dodać uwagę, że z powodu odległości powierzchni jądra od litosfery początek aktywności procesu dyferencjacji na granicy płaszcz–jądro jest zapewne przesunięty w czasie w stosunku do ujawnienia się tego procesu na powierzchni globu i odwrotnie – ustanie dyferencjacji na granicy płaszcz–jądro przez pewien czas nie zaznaczy się deaktywacją strefy akrecji. A zatem, jeżeli chcielibyśmy uściślić w czasie podział na półkule aktywności płaszcz trzeba o tym pamiętać i dostrzegać tu pewną umowność w aktualności tego podziału. Cała trudność leży bowiem w ustaleniu owej różnicy w czasie, która się wiąże z szybkością termogravitacyjnego wynoszenia materii; czy jest ona równa szybkości spredingu? Trudno tu o miarodajną odpowiedź.

Powyższy aspekt, podnoszący położenie stref akrecji w przeszłości, wydaje się zawierać myśl o naturalnej stałości położenia tych stref. Obecnie w teorii tektoniki płyt panuje pogląd, że strefy akrecji mają zdolność przemieszczania się w płaszczynie poziomej względem nieruchomego płaszcz. Myśli tej nadał znaczenie w swych pracach S.C. Solomon ze współpracownikami (12, 13), jak również przyjęło ją wielu autorów rekonstrukcji dryfu kontynentów.

Przemieszczenia te obecne w hipotezach i rozważaniach – bo nie wiadomo czy w rzeczywistości, nie są jednak na tyle duże, aby podważały przedstawiany tu podział globu na półkule różniące się aktywnością swego głębokiego wnętrza. A zatem kwestia mobilności przestrzennej stref akrecji nie ma tu znaczenia, choć fakt omawianego podziału globu niewątpliwie ogranicza możliwości nazbyt dalekich migracji stref akrecji.

Zwróćmy teraz uwagę na wyraźny związek reliefu geoidy z półkulami aktywności płaszcz. Na ryc. 1 linią kropkowaną oznaczono linię zerową geoidy, a znaki plus i minus w kółku oznaczają kierunki ukształtowania geoidy w stosunku do normalnej figury Ziemi – powierzchni elipsoidy; znaki te umieszczono w miejscach o maksymalnych wartościach odchylenia geoidy. Widoczne są dwa wielkie wybrzuszenia (elewacje) anomalii dodatnich geoidy – atlantyczne, znajdujące się niemal w całości na półkuli aktywnej płaszcz, które obejmuje znaczne połacie Oceanu Atlantyckiego, całą Europę i Grenlandię, większość Afryki, Bliskiego Wschodu i Ameryki Południowej, ciągnące się dalej na południe po Antarktydę i obejmujące część Oceanu Indyjskiego; drugi obszar anomalii dodatnich geoidy – pacyficzny, znajduje się w całości na półkuli spokojnego płaszcz i rozpościera się na Pacyfiku, głównie w jego zachodniej części, zagarniając swym wpływem Australię, Indonezję, NE Azję i Alaskę. W rejonie Basenu Amerykańsko-azjatyckiego (Amerasian Basin) obie te elewacje blisko sąsiadują ze sobą, a nawet łączą się na obszarze Morza Łąptiewów. Zwraca uwagę większe rozczłonkowanie anomalii atlantycznej w porównaniu z anomalią pacyficzną. Ta pierwsza w niewielkiej części przechodzi na półkulę spokojnego płaszcz. Długi pas ujemnych anomalii geoidy przebiega prawie w całości w strefie równikowej półkul aktywności płaszcz.

Zgodność byłaby pełna gdyby półkule aktywności płaszcz można nieco przesunąć – tak, aby jeden z biegunów był zdecydowanie bliżej Zatoki Gwinejskiej, drugi zaś aby znalazł się bliżej Wysp Marshalla. Różnica ta nie jest duża i ta prawie zgodność ma zapewne jakiś związek z procesem dyferencjacji materii płaszcz na granicy z jądrem, który w projekcji na powierzchni globu przejawia się asymetrią w rozmieszczeniu stref akrecji. Odkrycie łańcucha przyczyn wskazanej korelacji jest – jak sądzę – bardzo istotne dla opisanego modelu konwekcji termogravitacyjnej w płaszczu. Uważam, że niezbędna do tego jest znajomość historii pojawiania się stref akrecji, jej systemów i ich położenia. Jesteśmy jednak świadomi tego, że natura mobilizmu litosfery niszczy ślady nieaktywnych stref akrecji poddając subdukcji wielkie połacie oceanów wraz z ich lineacjami. A zatem odtworzenie położenia stref akrecji w przeszłości jest sprawą niemożliwą do rekonstrukcji z pożądaną dokładnością i być może będziemy musieli zadowolić się określeniem bardzo przybliżonym, a i to jest wciąż jeszcze przed nami. Ale czy owe rekonstrukcje, tak niedoskonałe, pozwolą stwierdzić prawidłowość pojawiania się asymetrii w aktywności płaszcz? Czy jest to li tylko przypadek, że asymetria pojawiła się w ostatnich kilkudziesięciu milionach lat?

Od pewnego czasu uwaga badaczy jest skierowana na odczytanie związków elewacji geoidy z różnymi strukturami litosfery, jak też na znalezienie powiązań z procesami zachodzącymi w płaszczu. W latach sześćdziesiątych poruszali to zagadnienie S.K. Runcorn i W.E. Strange (11, 16). Ostatnio szczególnie ważna – jak sądzę – jest koncepcja Don L. Andersona (1). Wskazał on na związek anomalii dodatnich geoidy z obszarami płaszcz o podwyższonej temperaturze oraz wysunął hipotezę o powsta-

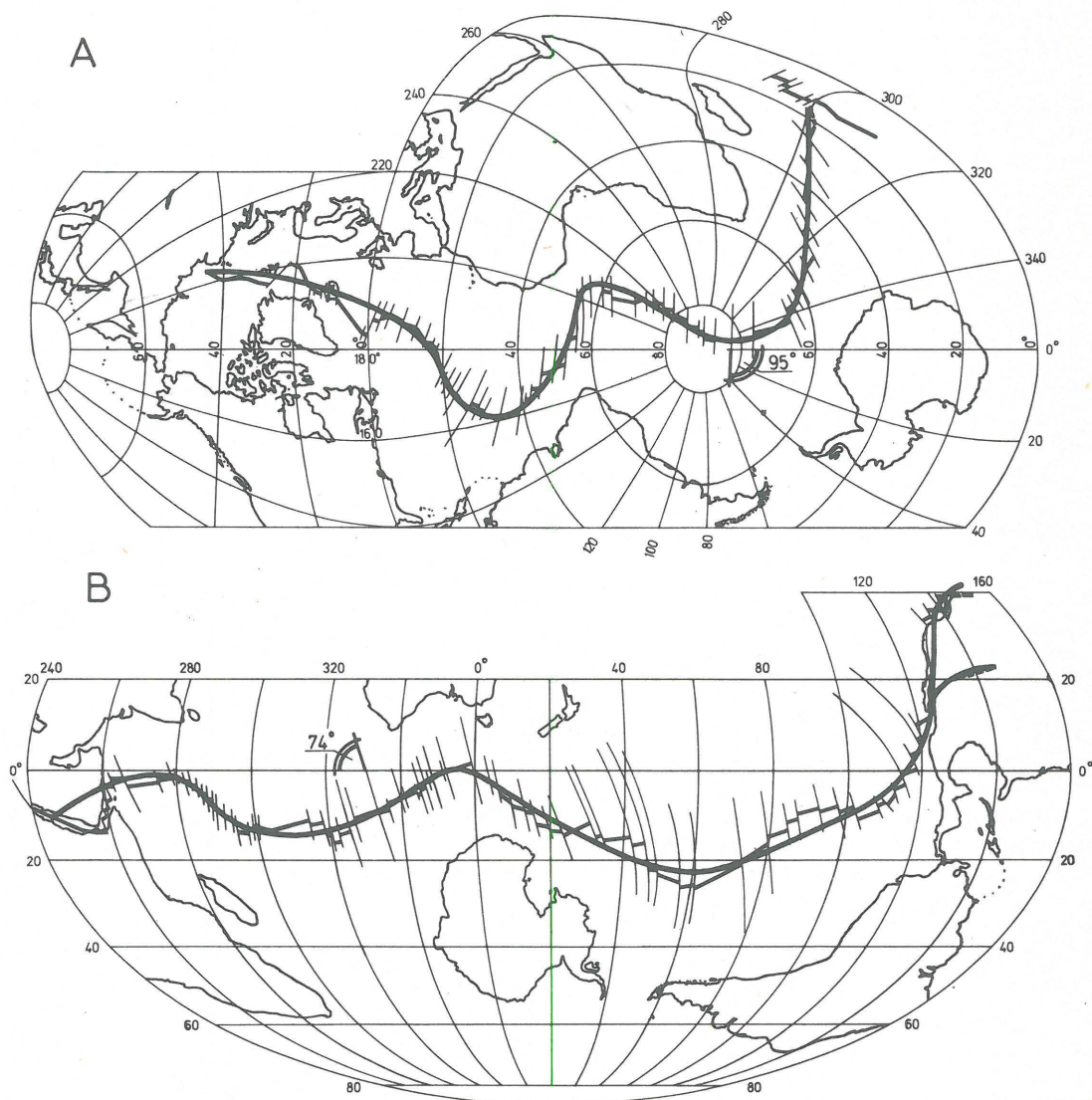
waniu anomalii dodatnich w rejonach skupień kontywentów (np. Pangea i anomalia atlantycka). Niektóre wnioski w tej koncepcji wydają się być słuszne, inne zaś mniej prawdopodobne. Wspomniałem o pracy Don L. Andersona z racji wagi zagadnienia, jakim jest wyjaśnienie powiązań wielkich anomalii geoidy ze strukturami litosfery i procesami zachodzącymi we wnętrzu naszej planety.

Przejdźmy teraz do opisu pewnych własności stref akrecji i uskoków transformacyjnych, tak jak to widać z perspektywy półkul aktywności płaszcz: Otóż zarys stref akrecji, jako globalna całość, wykazuje dość charakterystyczną cechę, nader dobrze widoczną na ryc. 1. Mianowicie w całym tym systemie można wyodrębnić dwie podstawowe gałęzie. Na pierwszą, którą można nazwać południkową – według tej gałęzi przyjąłem południk 0° dla obu półkul – składają się strefy akrecji Oceanu Atlantyckiego i Oceanu Arktycznego oraz SW Oceanu Indyjskiego. Druga natomiast gałąź, którą można nazwać równikową, z racji położenia w strefie równikowej półkuli aktywnego płaszcz, składa się ze stref akrecji pozostałej części Oceanu Indyjskiego, łącznie z Morzem Czerwonym oraz ze stref akrecji Pacyfiku wraz ze strefami, na które została nasu-

nięta Ameryka Północna. Zwróćmy uwagę na centralne położenie gałęzi południkowej oraz na równe odległości pomiędzy gałęziami systemu na kierunku prostopadłym do tej gałęzi, tj. wzdłuż południków 90° i 270° (linia przerywana na ryc. 1). Przejawia się w tym pewna regularność położenia obu gałęzi.

Kolejną cechę charakterystyczną systemu stref akrecji łatwiej zobaczyć, kiedy układ ten przedstawimy w odpowiedni sposób – tak jak to uczyniłem na ryc. 2. Siatka współrzędnych jest tam właściwa półkulom aktywności płaszcz. Oto obie gałęzie stref akrecji prezentują wyraźnie falisty, sinusoidalny kształt. Być może, iż jest on symptomatyczny i wyraża pewną właściwość procesu, którego wynik obserwujemy na powierzchni Ziemi w obrębie grzbietów śródoceanicznych.

Zauważmy teraz następną zmienną cechę układu stref akrecji – widać ją dobrze również na ryc. 2. Chodzi mianowicie o położenie uskoków transformacyjnych względem południków 0° i 180° oraz względem równika oddzielającego obie półkule od siebie. Ponieważ uskoki transformacyjne mają kształt łuków o różnym promieniu, wobec tego uściślijmy, że chodzi tu o mierzone na powierzchni globu kątowe położenie stycznej do łuku uskoku w miejscu



Ryc. 2. Sinusoidalny przebieg stref akrecji i położenie uskoków transformacyjnych. A – gałąź południkowa, B – równikowa. $F = 0,05 \text{ m}^2$

Fig. 2. Sinusoidal course of accretion zones and distribution of transform faults. A – longitudinal branch, B – equatorial branch. $F = 0.05 \text{ m}^2$

jego połączenia ze strefą akrecji względem wymienionych koordynat. Ogólnie można stwierdzić, że położenie uskóków transformacyjnych oscyluje w pobliżu 90° w przypadku gałęzi południkowej i jest nieco mniejsza od 90°, jeśli chodzi o gałąź równikową. Natomiast bardziej szczegółowa analiza dała następujące wyniki. Otóż większość uskóków transformacyjnych gałęzi południkowej wykazuje położenie w granicach 90°–110°, sporadycznie osiągając 70° i 120°, dając średnią wartość położenia względem wybranych południków równą około 95° (ryc. 2A). Dla gałęzi równikowej zdecydowana większość uskóków wykazuje położenie w granicach 65°–90°, tylko niekiedy osiągając położenie około 60°; stwierdza się też dużo mniejszy rozrzut niż ma go gałąź południkowa – wynosi on bowiem około 30°; natomiast średnia wartość położenia uskóków dla gałęzi równikowej wynosi około 74° (ryc. 2B).

Trudno dziś powiedzieć na ile przedstawione w tym artykule spostrzeżenia o położeniu i cechach charakterystycznych globalnego systemu stref akrecji pozostają w genetycznym związku z procesem dyferencjacji węgłnej i konwekcji termogravitacyjnej. Wydaje się niezmiernie interesujący fakt istnienia tak przeciwstawnych sobie półkul, asymetrycznego rozmieszczenia stref akrecji, których system stanowi podstawę aktywności tektonicznej naszej planety. Ta asymetryczność jest być może cechą charakterystyczną dla genezy procesu zachodzącego w strefach akrecji i być może zawiera w sobie informacje, które są dla nas jeszcze nieczytelne. Poznanie przyczyn podziału globu na półkule różniące się aktywnością płaszczka oraz wyjaśnienie opisanych korelacji i cech charakterystycznych systemu stref akrecji jest – jak uważam – dość istotne dla teorii konwekcji i dyferencjacji płaszczka oraz dla teorii mobilizmu litosfery.

Autor składa serdeczne podziękowania prof. dr hab. Wojciechowi Grocholskiemu za przeczytanie maszynopisu i poczynione uwagi oraz wszystkim Osobom, które się przyczyniły do publikacji tego artykułu.

LITERATURA

1. Anderson D. L. – Hotspots, polar wander, Mesozoic convection and the geoid. *Nature* 1982 nr 5865.
2. Artuszkow J. W. – Dyferencjacja po gęstości wieszczistwa i swiazannyje s nieju jawljenija. *Izw. AN SSSR, Fizyka Ziemi*, 1970 nr 4.
3. Artuszkow J. W. – Geodinamika. Moskwa, Nauka 1979.
4. Balmino G., Reigber Ch., Moynot B. – The GRIM-2 earth gravity field model. *Publ. Deutsche Geodatische Kommission A 86*; 1976.
5. Bemmelen R. W. van – The undation theory of the development of the Earth's crust. *Int. Geol. Congr.*, 16 sess., Washington.
6. Bemmelen R. W. van – The mega-undations: a new model of the Earth's evolution. *Tectonophysics*, 1966 nr 2.
7. Czechowski L., Teisseyre R. – Wnętrze Ziemi kształtuje jej powierzchnię. *Wiedza Powszechna*, Warszawa 1981.
8. Kerr R. A. – Developing a Big Picture of Earth's Mantle. *Science*, 1984 nr 4663.
9. Miastnikow W. P., Uszakow S. A., Fedynskij W. W. – O mechanizmie wnutriennego

- rozwitja Ziemi w swiecie geofizycznych danych. *Wiesti. MGU, sier. gieof.* 1971 nr 3.
10. Morgan W. J. – Convection plumes in the lower mantle. *Nature*, 1971 nr 4243.
11. Runcorn S. K. – Convection in the mantle, W: *The Earth's crust and upper mantle*, wyd. P. J. Hart, American Geophysical Union, Washington, D.C., 1969.
12. Solomon S. C., Sleep N. H., Richardson R. M. – On the forces driving plate tectonics: inferences from absolute plate velocities and intraplate stress. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 1975, 42, 769–801.
13. Solomon S. C., Sleep N. H., Jurdy D. M. – Mechanical models for absolute plate motions in the Early Tertiary. *J. Geophys. Res.* 1977, 82, 203–212.
14. Sorochtin O. G. – Fizyko-chimiczeskije processy obrazowanija jądra Ziemi i chimizm grawitajonnoj differencjacji wieszczistwa Ziemi. *DAN SSSR*, 1971 t. 198 nr 6.
15. Sorochtin O. G., Dmitrijew L. W., Udincjew G. B. – Wazmożnyj mechanizm obrazowania ziemnej kory. *Ibidem* 1971 t. 199 nr 2.
16. Strange W. E. – Comparisons with surface gravity data. W: *Geodetic Parameters for a 1966 Smithsonian Institution Standard Earth*, wyd. C. A. Lundquist i G. Veis, 3, *Smithsonian Astrophys. Obs. Spec. Report* 200, 1966 15–20.
17. Takeuchi H., Uyeda S., Kanamori H. – Wędrówka kontynentów, PWN Warszawa 1973.
18. Wilson J. T. – A possible origin of the Hawaiian islands. *Can. J. Phys.* 1963 41, 863–870.
19. Wilson J. T. – Mantle plumes and plate motions. *Tectonophysics*, 1973 19, 149–164.

SUMMARY

The major geological process, reflecting differentiation at the mantle-core boundary and leading to thermogravitational convection, takes place in zones of accretion of oceanic lithosphere. Origin of new oceanic lithosphere is the final result of this process. Such conclusion may be drawn on the basis of the Holmes–Dietz–Hess idea and views of R. W. van Bemmelen (5, 6), J. V. Artiushkov (2, 3), O. G. Sorochtin (14, 15), V. P. Miasnikov and others (9) as well as results of the latest studies of American geophysicists (e.g. Don L. Anderson, R. W. Clayton, and A. Dziewonski, 8), using seismic waves and the most advanced technology to reconstruct spatial distribution of temperature and density in the whole mantle.

The available data show asymmetry in distribution of accretion zones in the scale of the globe. It appears possible to differentiate two hemispheres (Fig. 1): one, on which almost the whole system of accretion zones is situated, and the other, almost without such zones. Assuming the leading role of the phenomenon of differentiatonal activity of the lower mantle the author called the former as the hemisphere of mantle activity, and the latter – the quiet mantle hemisphere.

The process of differentiation at large depths and thermogravitational convection presumably also takes place in the quiet mantle hemisphere but its vertical extent is smaller and influence on lithosphere less significant because of lower temperatures. Therefore, this does not speak against the above presented asymmetry of the mantle.

In discussing the question of hot spots it is assumed

that they are of astenospheric origin. Their mobility may be due to horizontal currents in that layer, probably induced by some agents including thermogravitational convection diapirs (rising from the upper mantle to astenosphere but not further).

The subdivision of the globe with reference to distribution of hot spots, presented by R.W. Clayton and R. Comer of Caltech (8), is shown to be fairly consistent with the above presented subdivision into hemispheres differing in activity of the mantle.

The historical aspects of the subdivision are briefly discussed. The differences in mantle activity can be traced back to about 100 m. y. ago, i.e. the end of a period transitional from that of the Paleozoic activity, characterized by concentration of activity of the mantle in the present-day quiet mantle hemisphere.

Horizontal mobility of active accretion zones, interpreted as of special importance by S.C. Solomon and others (12, 13) and several other authors of continental drift reconstructions, appears so limited in scale that it fails to explain the above discussed asymmetry. A special attention should be paid to clear interrelationship of relief of the geoid and the mantle activity hemispheres (Fig. 1).

Two major branches may be differentiated in the global system of accretion zones. One of them is called here as meridional and used to establish meridian 0° for both hemispheres, and the other — as equatorial with reference to its setting in equatorial zones of the two hemispheres of mantle activity (Fig. 1). Both branches are characterized by markedly sinusoidal outline (Figs 2A, B). Attention should be also paid to homologous orientation of transform faults in relation to both meridians 0° and 180° and equator separating the hemispheres (Figs 2A, B).

The knowledge of factors responsible for the differences in activity of the mantle in the two hemispheres, and the explanation of the recorded correlations and characteristic features of the system of accretion zones appear highly important from the point of view of theory of mantle differentiation and convection as well as that of mobility of lithosphere.

РЕЗЮМЕ

В зонах акреции океанической литосферы проявляется основной геологический процесс будущей выражением глубинной дифференциации на границе покровно-ядро и вытекающей из этого термогравитационной конвекции, которая в результате приводит к образованию на поверхности земного шара новой океанической литосферы. Автор обосновывает это мнение на идее Хольмеса-Дитза-Хесса, а также на мнениях Р.В. ван Беммелена (5, 6), Й.В. Артюшкова (2, 3), О.Г. Сорохтина (14, 15) и В.П. Мясникова с сотрудниками (9), а также на новейших исследованиях американских геофизиков: Дон Л. Андерсона, Р.В. Клейтона и А. Дзевонского (8), которые — используя сейсмические волны и помощь самой современной техники — стремятся к изображению пространственного распределения температуры и плотности во всем покрове.

Оказывается, что размещение общей системы зон акреции асимметрическое и можно выделить отличающиеся друг от друга полушария — рис. 1. На одном полушарии находится почти вся система зон акреции, на втором полушарии их почти совсем нет. Принимая дифференциационную активность нижнего покрова за самый существенный процесс, автор назвал первое из них — полушарием активного покрова, второе — полушарием спокойного покрова.

Процессы глубинной дифференциации и термогравитационной конвекции вероятно происходят также и на полушарии спокойного покрова, но происходя в низшей температуре имеют меньшую вертикальную дальность и не воздействуют значительно на литосферу; тем самым они не подвергают сомнению представленной асимметрии активности покрова. Рассматривается также вопрос пятен жары, признавая им астеносферический генезис и мобильный характер вызванный вертикальными конвекционными токами в этом слое, которые может быть возбуждаются диапирами термогравитационной конвекции, доходящими с нижнего покрова только в астеносфере.

Автор выказал, что исследователи из Кальтех — Р.В. Кляйтон и Р. Комер провели разделение земного шара на основании размещения пятен жары. Оно близкое к разделению на полушария активности покрова (8). Кратко представлен также исторический аспект этого разделения; его начало принято на около 100 Ма, оно наступило после переходного периода, который наступил после палеозойской активности в пределах современного полушария спокойного покрова.

Вертикальная мобильность активных зон акреции, на которую обратил внимание в своих трудах С.Ц. Солонун с сотрудниками (12, 13), а также многие авторы реконструкции дрейфа континентов, не имеет значения для асимметрии из-за своей относительно малой дальности. Интересной является связь рельефа геоиды с полушариями активности покрова (рис. 1).

В общей системе зон акреции можно выделить две основные отрасли. Одну из них автор называет меридиональной, на основании этой отрасли он принимает меридиан 0° для обеих полушарий. Вторую отрасль автор называет экваториальной, так как она расположена в экваториальной зоне активного покрова (рис. 1). Обе отрасли характеризуются синусоидальной формой — рис. 2А и В. Вторым характеристическим свойством является очень близкое к гомологичному положение трансформационных сбросов по отношению к меридианам 0° и 180° , а также по отношению к экватору разделяющему оба полушария — рис. 2А и В.

Определение причин разделения земного шара на полушария отличающиеся активностью покрова и выяснение описанных корреляций и характеристических свойств системы зон акреции является довольно важным для теории дифференциации покрова и конвекции, а также для теории мобилизма литосферы.