

TEKTONIKA PŁYT — DYSKUSJE I IMPLIKACJE

(Część I)

"IM BARDZIEJ ROŚNIE WYSPA NASZEJ WIEDZY, TYM DŁUŻSZE STAJĄ SIĘ JEJ WYBRZEŻA NIEPEWNOŚCI."

(B. WILLIAMS)

WSTĘP

W połowie lat sześćdziesiątych rozpoczęła się rewolucja w naukach o Ziemi. Jeden z twórców i najgorętszych propagatorów nowych teorii kanadyjski geofizyk J. T. Wilson pisze (63), że dokonane zostało „... wielkie odkrycie w naukach o Ziemi, po raz pierwszy w pełni ujawnione zimą z 1966 na 1967 rok, lecz już szeroko zaakceptowane. Podstawą tej rewolucji, bo to nie jest nic innego jak rewolucja, są pomiary trzech różnych cech Ziemi, które zmieniają się ... w tych samych stosunkach ...”.

Nieco dalej czytamy: „Nie jest przeznaczeniem nauk geologicznych być zawsze ubogim krewnym. Sto lat temu geologia była nauką wiodącą”. Od tego czasu wprawdzie „... nie upadła, lecz przyćmiła ją szybszy rozwój chemii organicznej, inżynierii i fizyki atomowej, biologii molekularnej, elektroniki, cybernetyki i innych nauk. Jednakże te nauki z kolei tracą swą świeżość i nie ma powodu, by nauki o Ziemi dokonawszy ważnego przełomu nie mogły znowu odzyskać przodownictwa ... Pobudzenie nauk o Ziemi polega dzisiaj na nowych ideach i poszukiwaniu nowych potężnych zasad; nie jesteśmy już ograniczeni do ślepego zbierania danych”.

Tenże badacz na koniec stwierdza: „Wydaje się, że wiemy teraz co się dzieje w Ziemi. Może to być tak ważne dla geologii, jak było dla fizjologii odkrycie przez Harveya krążenia krwi, a dla biologii — teoria ewolucji ... Jeśli mamy tę okazję wykorzystać, musimy radykalnie rozszerzyć nasze horyzonty i zmienić nasze zwyczaje”.

Inny wybitny przedstawiciel nowych prądów E. R. Oxburgh (40) formułuje swe myśli tak: „W pewnym sensie najbardziej godnym uwagi jest, że idee ... tektoniki płyt rozwinęły się tak późno w historii myśli geologicznej. Społeczność geologiczna nigdy szczególnie nie cierpiała na brak umysłów pełnych imaginacji, gotowych do sformułowania hipotez na wielką skalę, wyjaśniających tektoniczne cechy Ziemi ... Koncepcje tektoniki płyt są właśnie tego rodzaju, zasadniczo proste, lecz dalekosiężne i wszechogarniające oraz w sposób oczywisty za jednym zamechem kojarzące i objaśniające różnorodność zjawisk geofizycznych i geologicznych, które poprzednio nie tworzyły logicznego układu ... Nie istnieje w samej rzeczy żaden aspekt geochemii, geofizyki,

stratygrafii i paleontologii czy jakiegokolwiek dyscypliny nauk o Ziemi, na który w ramach nowej koncepcji nie można byłoby spojrzeć inaczej”.

W jeszcze bardziej zaangażowany sposób ujmują sprawę A. Cox, jeden z współtwórców teorii odwrócenia pola magnetycznego, oraz W. Sullivan, naukowy korespondent gazety „New York Times”. Pierwszy z nich pisze (42):

„Ostatnie dziesięciolecie ... było najbardziej niezwykłym w historii nauk o Ziemi. Poprzednio, w czasie stulecia, które nastąpiło po wielkich pracach Karola Darwina, nauki o Ziemi charakteryzowały się wzrastającą specjalizacją i rozproszeniem. Paleontolodzy, sejsmolodzy, geomagnetycy, geolodzy i geofizycy stawali się coraz lepsi w dziedzinach, którymi się zajmowali, ale jednocześnie wydawali się mieć sobie wzajemnie coraz mniej do powiedzenia. I wówczas w serii wybitnych antykułów, napisanych w latach 1962—1968 odwróciła się tendencja do rozproszenia i wiele głównych nici badań geologicznych zostało zebranych razem, by stworzyć kanwę tektoniki płyt ... Główna idea tektoniki płyt, w swej prostocie, elegancji i zdolności tłumaczenia szerokiego wachlarza obserwacji dotyczących naszej planety, porównywalna jest do teorii atomu sformułowanej przez Bohra”.

W. Sullivan (52) przyrównując nowe idee do odkryć Newtona, Darwina i Einsteina stwierdza entuzjastycznie: „Szczęśliwy los wygrali ludzie żyjący w ostatnich dziesięcioleciach dwudziestego wieku, bo mogą być naoczni świadkami jednej z najbardziej dogłębnych rewolucji w ludzkim pojmowaniu natury ... Dotyczy ona zjawisk, jakie codziennie dzieją się wokół nas. Odpowiada na pytania, które ludzie sobie zadawali od najwcześniejszych czasów. Jej rozwój stanowi jedną z największych naukowych opowieści sensacyjnych wszystkich czasów”.

Wypowiedzi te odzwierciedlają niewątpliwie przekonanie dużej części, jeżeli nie znakomitej większości reprezentantów nauk o Ziemi. Wpływ nowych teorii na wszystkie gałęzie tych nauk jest przemożny, przede wszystkim ze względu na inspirację innego sposobu myślenia, podejmowanie nowych kierunków badań i dążność do integracji wyników uzyskanych przez różne dyscypliny i różnymi metodami. W naukach o Ziemi zapanowało ogromne ożywienie, jakiego od dawna nie było w ich długoletniej historii.

Jak każda rewolucja, tak i ta wywołuje jednak od samego początku poczynania „kontrrewolucyjne”

UKD 551.242.5.05(100):001.5(091)

zarówno ze strony zwolenników starego, stabilistycznego punktu widzenia, którzy broniąc go atakują całokształt nowych teorii, jak i ze strony tych czy innych badaczy, wynajdujących słabe punkty w poszczególnych składowych tezach tych teorii. Celem poniższego szkicu jest przedstawienie wspomnianych akcentów polemicznych, a także zreferowanie — na wybranych przykładach — jak rozległe jest oddziaływanie nowych teorii na różne dyscypliny nauk o Ziemi. Jedną z głównych intencji autora jest też zwrócenie uwagi Czytelnika na pozycję źródłową — stąd obszerny spis literatury. Z drugiej strony szczupłość miejsca nie pozwoliła na zamieszczenie wystarczającego materiału ilustracyjnego. W miarę możliwości starałem się wskazać podstawowe rysunki w dotychczasowych polskich publikacjach.

Ze względu na swe rozmiary artykuł podzielony został na dwie części. W pierwszej z nich omówiono podstawy nowej tektoniki globu i główne zastrzeżenia przeciw niej wysuwane. W części drugiej, która ukaże się w następnym numerze „Przeglądu Geologicznego”, przedstawiono niektóre wybrane implikacje tektoniki płyt i sformułowano propozycje dotyczące wkładu polskiej geologii w rozwiązywanie tych zagadnień.

Podstawy nowej tektoniki globu ziemskiego referowane były w polskiej literaturze m. in. popularnonaukowej w artykułach M. Książkiewicza, K. Pożaryskiego i P. Roniewicza, dokonane zostało także przez J. Müllera tłumaczenie znakomitej książki trzech badaczy japońskich (55). W „Przeglądzie Geologicznym” ukazały się artykuły W. Pożaryskiego (43) oraz W. Pożaryskiego i W. Brochwicza (44). Zakładając, że Czytelnik w ogólnych zarysach poznał z tych prac założenia nowych teorii, nie sposób wszakże ich w skrócie nie podać, gdyż ułatwi to zrozumienie głównych zarzutów, jakie pod ich adresem są wysuwane.

PODSTAWY NOWYCH POGLĄDÓW NA TEKTONIKĘ GLOBU ZIEMSKIEGO

Nowa tektonika globu przywraca do życia, choć w zmienionej, nowoczesnej formie, znacznie wcześniejsze idee z pierwszych dziesięcioleci naszego wieku, znane pod nazwą mobilizmu. Związane są z nimi głównie nazwiska F. B. Taylora, A. Wegenera, A. Holmesa i A. L. du Toita. Nowa teoria jest więc często nazywana neomobilizmem. Chociaż w swym zamkniętym i zwartym kształcie narodziła się ona w latach sześćdziesiątych, a ściślej dopiero w drugiej ich połowie, to jednak ma ona swe źródło w naukowych odkryciach wcześniejszego dziesięciolecia, przede wszystkim na obszarze oceanów. Odkrycia te stworzyły podstawę pod teorie neomobilizmu, chociaż wówczas nie zdawano sobie jeszcze sprawy z ich późniejszych konsekwencji.

Cztery gałęzie badań wsparte nowoczesną aparaturą stanowiły podwalinę tych odkryć. Były to: 1) badania morfologii dna oceanicznego przy użyciu echosondy; 2) pomiary pola magnetycznego za pomocą protonowych magnetometrów precesyjnych; 3) określenie periodycznych odwróceń ziemskiego pola magnetycznego na podstawie badań magnetycznej „pamięci” zawartej w skałach i badań ich wieku bezwzględego m. in. przy użyciu w metodzie K-Ar spektrometrów o wysokiej czułości; 4) dokładne umiejscawianie ognisk trzęsień ziemi za pomocą światłowej sieci stacji sejsmograficznych, częściowo przeznaczonych pierwotnie do wykrywania wybuchów nuklearnych.

W latach pięćdziesiątych poczyniono ogromne postępy w dziedzinie rozpoznania morfologii dna oceanicznych, wykrywając m. in. potężny system grzbietów śródoceanicznych opasujących całą Ziemię. Z badaniami tymi związane są przede wszystkim nazwiska B. C. Heezena, M. Ewinga i W. Menarda. W wyniku wzmocnionych badań geofizycznych znaczne przestrzenie oceanów pokryto zdjęciami grawimetrycznym i magnetometrycznym, a za pomocą badań sejsmicznych poznano lepiej wewnętrzną strukturę skorupy i płaszczu. Wykryto zasadniczą odrębność skorupy oceanicznej w porównaniu do kontynental-

nej zarówno pod względem grubości, jak i budowy wewnętrznej. Pod niektórymi krawędziami kontynentów i łukami wysp stwierdzono istnienie skośnie nachylonych stref ognisk trzęsień ziemi, nazwanych strefami Benioffa. W górnym płaszczu potwierdzono istnienie strefy o obniżonej prędkości fal sejsmicznych znanej dawniej jako strefa Gutenberga. Stąd wywiódł się następnie podział na litosferę, która obejmuje skorupę i najwyższą część płaszczu, astenosferę w zasadzie równoznaczną ze strefą Gutenberga oraz mezosferę, czyli podastenosferyczną część płaszczu. Na koniec wiele zrobiono w tym okresie w dziedzinie badań paleomagnetycznych do czego przyczynili się głównie S. K. Runcorn, P. M. S. Blackett, K. M. Creer i E. Irving. Wyniki tych badań podsumowane zostały na początku lat sześćdziesiątych.

Tuż po roku 1960 zaczęto formułować kolejne hipotezy, które stały się niejako kamieniami milowymi na drodze do stworzenia teorii nowej tektoniki globu. Były to już bardziej świadome i bardziej zdecydowane kroki w kierunku odnowienia mobilizmu.

Badacze kilku ośrodków naukowych wnieśli szczególnie duży wkład do tego dzieła. Trzeba tu wymienić zwłaszcza dwa instytuty oceanograficzne: Lamont Geologic Observatory Uniwersytetu Columbia w Palisades w stanie Nowy Jork i Scripps Institution of Oceanography w La Jolla w Kalifornii, a ponadto brytyjski uniwersytet w Cambridge, amerykańskie uniwersytety w Berkeley (Kalifornia), Princeton (New Jersey) i Stanford (Kalifornia) wreszcie Australijski Uniwersytet Narodowy w Canberra.

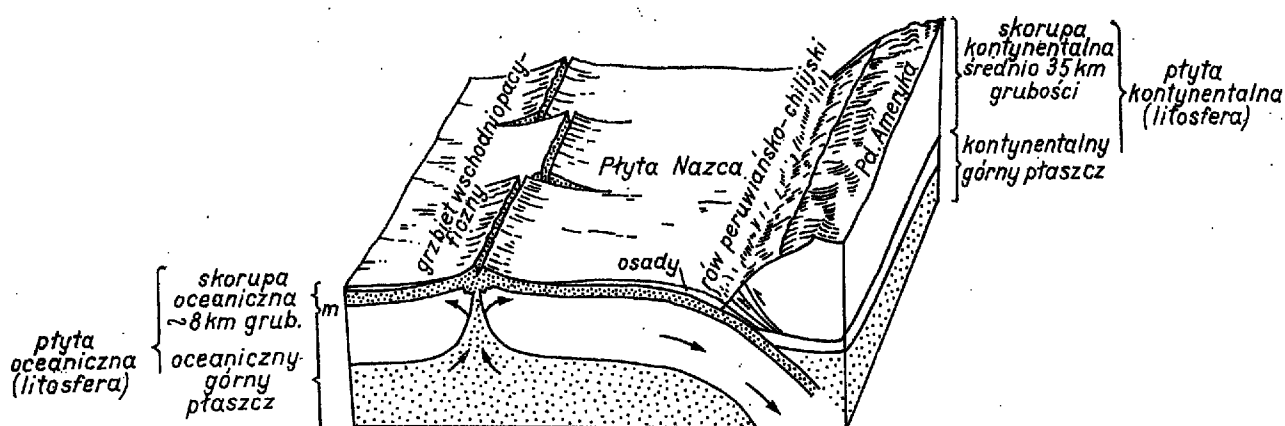
W porządku chronologicznym pojawiły się następujące fundamentalne hipotezy, wchodzące w skład neomobilizmu.

1. Na podstawie zaobserwowanych wzdłuż grzbietów śródoceanicznych procesów tensji (ryfty centralne) i wznoszonego strumienia ciepłego wyprowadzono wniosek, że skorupa oceaniczna jest na grzbietach uzupełniana wskutek dopływu materii z płaszczu, a następnie rozsuwana na boki. Jest więc ona stale odnawiana, a ponieważ rozmiary Ziemi się nie zwiększają, zatem skorupa oceaniczna w strefach Benioffa (strefach subdukcji) pogrąża się w płaszczu i jest przezeń asymilowana (ryc. 1). Przyczyną tych procesów są konwekcyjne ruchy materii, a konsekwencją — relatywna młodość oceanów w porównaniu z kontynentami. Hipotezę tę sformułowali równocześnie i niezależnie H. H. Hess (15) i R. S. Dietz (8).

2. Linijne anomalie magnetyczne obserwowane na znacznych przestrzeniach dna oceanicznych (55, fig. 117) powiązano ze znanymi od kilkudziesięciu lat periodycznymi odwróceniami kierunku ziemskiego pola magnetycznego, które to odwrócenia w okresie ostatnich 4,5 mln lat są dokładnie datowane (7). Uznano, że te anomalie równoległe do grzbietów śródoceanicznych i symetryczne względem nich rozmieszczone rejestrują jakby na taśmie magnetycznej kolejne etapy uzupełniania skorupy i ekspansji dna oceanicznego (spredingu). Hipotezę tę ogłosili w 1963 r. F. J. Vine i D. H. Matthews (58), a w latach następnych rozwinął ją sam F. J. Vine (57) oraz tenże autor we współpracy z J. T. Wilsonem (59).

3. W połowie lat sześćdziesiątych nawiązano do starych idei A. Wegenera dotyczących zgodności zarysów kontynentów, ale tym razem zastosowano do tych operacji technikę komputerową, oraz dopasowywano nie zarys wybrzeży, lecz zarys stoku kontynentalnego. Klasyczną już pracę na ten temat dotyczącą Atlantyku napisali E. C. Bullard, J. E. Everett i A. G. Smith (6). Później nastąpiły dalsze rekonstrukcje dotyczące Gondwany (51, 50), a wreszcie Pangei (10). Przy tych wszystkich rekonstrukcjach wykorzystywano oczywiście także badania paleomagnetyczne oraz zgodność struktur geologicznych na porównywanych kontynentach (55, fig. 123).

4. W 1965 r. J. T. Wilson (62) w pracy, która w gruncie rzeczy jako pierwsza określa pojęcie płyt litosferycznych, ogłosił definicję uskoku transform-



Ryc. 1. Schemat procesów tektoniki płyt. Płyty przemieszczają się na zewnątrz od grzbietu śródoceanicznego, gdzie materia z płaszcza wznosi się ku górze, a pogrążają się w płaszczu w pobliżu rowu oceanicznego. Widoczny jest ryft wzdłuż szczytu grzbietu i uskoki transformacyjne, które go przecinają (wg E. R. Oxburgha, 40).

Fig. 1. Scheme of plate tectonics processes. Plates move away from the mid-ocean ridge where mantle material wells up and sink into the mantle at the ocean trench. Note rift along ridge crest and the transform faults which cut it (after E. R. Oxburgh, 40).

macyjnych, jako przemieszczeń przesuwczych szczególnego rodzaju, występujących pomiędzy segmentami tych samych struktur oceanicznych (np. odcinkami grzbietu śródoceanicznego) lub strukturami różnymi (np. grzbietem i rowem oceanicznym). Wykazano została różnica między kierunkiem zwrotu zwyczajnego uskoku przesuwczego (uskoku transkurentnego) i uskoku transformacyjnego (55, fig. 119), jak również ujawniono inne szczególne właściwości tego typu uskoku. Te cechy uskoku transformacyjnych zostały później potwierdzone przez L. R. Sykesa (53) badaniami mechanizmu trzęsień Ziemi w strefach grzbietów śródoceanicznych.

5. W parę lat później rozwinęła myśl F. J. Vine'a, że każda liniowa anomalia magnetyczna ma określony wiek. Mianowicie zakładając stałą prędkość ekspansji dna dla określonych odcinków czasu i określonych fragmentów dna, najpierw sam F. J. Vine (57), a potem J. R. Heirtzler ze współpracownikami (14) dokonali ekstrapolacji wiekowej skali odwrócenia pola magnetycznego na okres ostatnich 80 milionów lat (43, fig. 3). Później ekstrapolację tę rozszerzono na ostatnie 180 milionów lat (28), a wreszcie na cały fałunozoik.

6. W tym samym czasie zwrócono uwagę (29) na zasadnicze prawo, jakiemu podlega ruch bloków na powierzchni kuli (55, fig. 124). Prawo Eulera głosi, że każde przemieszczenie takiego bloku w jakiegokolwiek inne położenie na tej powierzchni dokonuje się tylko przez rotację wokół określonej osi przechodzącej przez środek kuli. Zatem przemieszczenie to może być określone dwoma parametrami: położeniem bieguna rotacji i odległością kątową od tego bieguna. Okazało się przy tym, że uskoki transformacyjne są łukami kół małych zakreślonych wokół danego bieguna Eulera.

Wszystkie te fundamentalne hipotezy nazwane poprzednio „kamieniami milowymi” przygotowały grunt do sformułowania teorii tektoniki płyt. Za jej początek — poza poprzednio wspomnianymi pracami J. T. Wilsona (62) oraz D. P. McKenzie i R. L. Parkera (29) — uważa się dwa artykuły opublikowane w 1968 r. Autorem jednego z nich jest W. J. Morgan (39) i drugiego — X. Le Pichon (20). Zasadniczą myślą obu tych prac jest, że litosfera ziemską składa się z niewielu stosunkowo sztywnych płyt (ryc. 2), które przemieszczają się po powierzchni Ziemi zgodnie z zasadą Eulera. Granice między płytami są trójakiego rodzaju: dywergentne (akrecyjne) wzdłuż grzbietów oceanicznych, na których powstaje nowa skorupa; konwergentne (konsumpcyjne) wzdłuż rowów oceanicznych (trenchów), gdzie skorupa jest niszczone, asymilowana przez płaszcz; wreszcie przesuwcze, przeważnie biegnące wzdłuż usko-

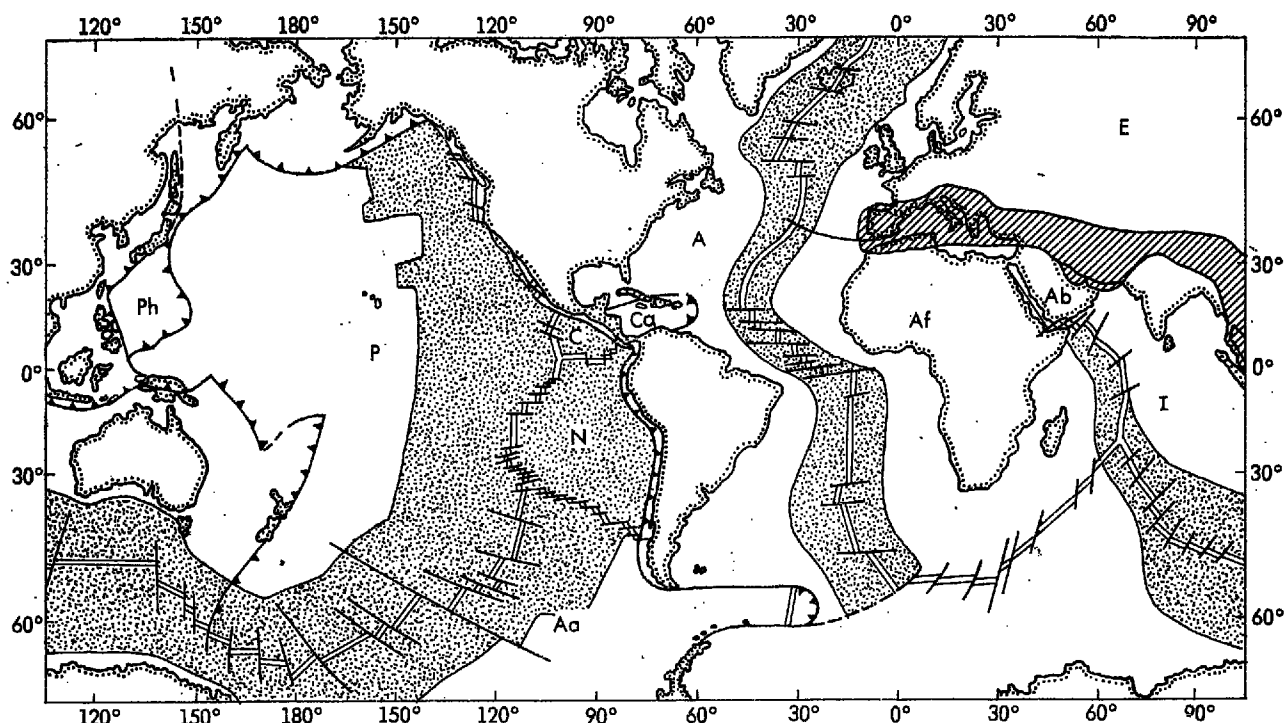
ków transformacyjnych, wzdłuż których skorupa ani się nie tworzy, ani nie jest niszczone. Płyty litosferyczne przemieszczają się na podścielającej je półplastycznej astenosferze. Zasadnicze deformacje tektoniczne zachodzą głównie w przykrawędziowych strefach płyt. Kontynenty przesuwają się biernie wraz z płytami, których część stanowią, przy czym ze względu na mniejszy ciężar nie mogą one być wciągane w głąb płaszcza jak obszary o skorupie oceanicznej.

Istotnym uzupełnieniem wspomnianych dwóch prac jest opublikowana równocześnie praca B. Isacksa, J. Olivera i L. R. Sykesa (16) traktująca o związkach między sejsmologią a nowymi hipotezami tektonicznymi. Związki te (43, fig. 7) wyrażają się koncentracją trzęsień Ziemi w strefach granicznych między płytami oraz zróżnicowaniem głębokości ognisk i siły trzęsień Ziemi, zależnie od położenia na granicach dywergentnych i przesuwczych (trzęsienia płytsze i słabsze) bądź na granicach konwergentnych, gdzie skupiają się silne trzęsienia, w większości o głębokich ogniskach, ułożonych zgodnie z nachyleniem stref Benioffa. Z obserwacji sejsmologicznych wynika także zgodność ogniskowych mechanizmów trzęsień Ziemi, a szczególnie kierunków pierwszych ruchów fal kompresyjnych, z przewidywaniami hipotezy tektoniki płyt.

W tejże pracy po raz pierwszy użyto terminu „new global tectonics” (nowa tektonika globu, nowa tektonika globalna), podczas gdy termin „plate tectonics” (tektonika płyt) pojawił się w dwa lata później. Odtąd jest on używany bądź jako równoważnik pierwszego terminu, bądź też przyjmuje się, że teoria tektoniki płyt wraz z teorią ekspansji dna oceanicznego (spredingu) i teorią dryfu kontynentów stanowią razem nową tektonikę globu.

Warto jeszcze odnotować, że bezpośrednio po sformułowaniu powyższych hipotez znalazły one potwierdzenie w wynikach pierwszych wierceń głębokomorskich programu JOIDES (Joint Oceanographic Institutes for Deep Earth Sampling), które wykazały, że istotnie najstarsze osady pierwszej warstwy skorupy oceanicznej są coraz starsze w miarę oddalania się od grzbietu śródoceanicznego (ryc. 3).

Tak zakończył się pierwszy okres tworzenia podstawin nowej tektoniki globu ziemskiego. Od tej chwili datuje się eksplozywny rozwój nowych badań i reinterpretacji, powstających pod bezpośrednim wpływem tych hipotez. Dość powiedzieć, że wybrana literatura przedmiotu w wydanej w 1973 r. monografii (21) liczy ponad 600 pozycji, a literatura zamieszczona przy zbiorze podstawowych prac, który ukazał się w tym samym roku (42) ma ponad 1000 pozycji.



Ryc. 2. Obecny system płyt: A — amerykańska, Aa — antarktyczna, Ab — arabska, Af — afrykańska, C — Cocos, Ca — karaibiska, E — euroazjatycka, I — indyjska, N — Nazca, P — pacyficzna, Ph — filipińska. Linie podwójne — grzbieity; linie pojedyncze — uskoki transformacyjne; linie z ząbkami — rowy oceaniczne (trencze); obszar ukośnie szrafowany — alpejsko-himalajska strefa kolizji; obszar zakropkowany — dno oceanów wieku kenozoicznego (wg (E. R. Oxburgha i W. Sullivan — 40, 52, z uzupełnieniami).

Fig. 2. The present system of plates: A — American, Aa — Antarctic, Ab — Arabian, Af — African, C — Cocos, Ca — Caribbean, E — Eurasian, I — Indian, N — Nazca, P — Pacific, Ph — Philippine. Double lines — ridges; single lines — transform faults; toothed lines — trenches; area shown by diagonal lines — Alpine-Himalayan collision zone; areas stippled — oceanic floor of Cenozoic age (after E. R. Oxburgh, 40 and W. Sullivan, 52 with supplements).

Rozpatrzono nową tektonikę globu także w aspekcie filozofii nauk (13). Wg niektórych historyków nauki postęp wiedzy nie następuje dzięki stopniowemu gromadzeniu danych, lecz jest to proces nieciągły, w którym, podobnie jak w rozwoju społeczeństw, dokonują się rewolucje, polegające na zmianach paradygmatów, czyli wzorców teoretycznych. Tak np. w optyce korpuskularny model światła został zastąpiony wzorcem falowym, a ten z kolei — fotonowym. W tym sensie neomobilizm jest nowym paradygmatem, który uzyskał poparcie większości społeczności geologicznej.

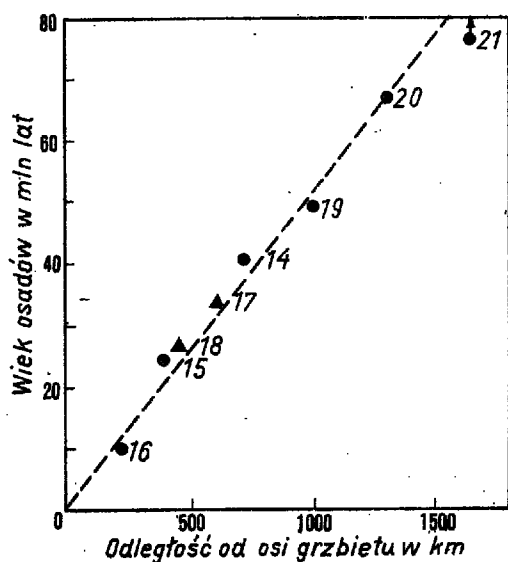
Na fundamencie nowych teorii zaczynają się też ukazywać różnego rodzaju nadbudówki, by wspomnieć choćby o filmie fabularnym „Zagłada Japonii”, który pod koniec ub.r. wyświetlano na polskich ekranach, albo o wierszu B. C. i G. C. P. Kingów cytowanym przez A. Hallama (13), w którym jako motyw wykorzystana została kwestia Puka ze „Snu nocny letniej” Szekspira: „Dookoła Ziemię tą wstęgą owinę w czterdzieści minut” — wstęgą tą jest system grzbietów śródoceanicznych. Warto wreszcie za cytować parafrazę „Credo” wg R. Scharnbergera i E. Kerna (47), której fragmenty brzmią: „Wierzę we Wszechmocną Tektonikę Płyt, Jednoczyciela Nauk o Ziemi, wyjaśnienie wszystkich rzeczy geologicznych i geofizycznych; i w naszego Xaviera Le Pichon, odkrywcę względnego ruchu, wywnioskowanego z szybkości ekspansji na wszystkich grzbietach oceanicznych; wierzę w Hipotezę Hipotez, Teorii Teorii, Fakt Faktów; wydedukowaną, a nie przyjętą a priori. Wierzę, że kontynenty stanowią jedność z oceanami, z których wszystkie płyty powstają, a gdy napotykają inną płytę, ulegają subdukcji, pogrążają się w strefach Benloffa i resorbowane są w Astenosferze i stają się Piaszczem; i z nich powstają ogniska trzęsień ziemi, także pod Łukami Wysp.

A gdy płyty stapiają się mogą płynąć i na grzbietach magma wznosi się znówu, jak głoszą Vine i Matthews; i wstępuje do skorupy i powoduje symetryczne anomalie magnetyczne, a dno oceaniczne rozszerza się nadal, niosąc kontynenty i czyni góry i uskoki, których ewolucja nie będzie mieć końca. Wierzę także w Dryf Kontynentów, który rządzi ewolucją Życia, pochodzi z Tektoniki Płyt i Ekspansji Dna Oceanów... który wysłowion był przez Wegenera; i wierzę w jedyny układ Sejsmiczny i Wulkaniczny, uznając jedną Przyczynę deformacji skał i cierpliwie oczekuję na przyszłe erupcje nowych Grzbietów i subdukcje Płyt”.

PODSTAWOWE KONTRARGUMENTY

Opozycja przeciwko nowym ideom towarzyszyła im od samego początku, już w stadiach ich formułowania. Elementy jej można odszukać w dyskusjach, jakie toczyły się na sympozjach poświęconych dryfowi kontynentów, zwołanych w 1958 r. w Hobart na Tasmanii z inicjatywy W. Careya oraz w marcu 1964 r. w Londynie z inicjatywy E. Bullarda, P. M. S. Blacketta i K. Runcorna. Znamienne jest także co najmniej wstrząsające stanowisko w stosunku do mobilizmu, zajęte początkowo przez takich późniejszych gorących zwolenników i współtwórców nowych teorii, jak: J. T. Wilson, K. Le Pichon, L. Sykes, J. G. Sclater czy J. R. Heirtzler.

Nie licząc pierwszych, niejako rozproszonych głosów sprzeciwu, pryncypialną krytykę nowych prądów rozpoczął znany uczony radziecki W. W. Biełousow w liście otwartym skierowanym do J. T. Wilsona (1). Krytyka ta została następnie rozwinięta w odrębnej pracy (2), której streszczenie należy do najkrótszych w historii piśmiennictwa geologicznego i brzmi: „Rozpatrzono modną obecnie hipotezę eks-



Ryc. 3. Wiek najstarszych osadów w punktach wierceń 3 profilu JOIDES w stosunku do odległości od osi grzbietu śródatlantyckiego. Trójkąty — punkty na wschodnim stoku grzbietu; kółka — punkty na zachodnim stoku grzbietu (wg A. A. i H. A. Meyerhoffów — 34, uproszczone).

Fig. 3. Age of oldest sediments at the drilling sites of JOIDES Leg 3 versus distance from Mid-Atlantic Ridge axis. Triangles — sites on eastern ridge flank, circles — sites on western ridge flank (after A. A. and H. A. Meyerhoff, 34, simplified).

pansji dna oceanicznego i wysunęło wnioski, że jest ona nie do przyjęcia".

Występując jako przewodniczący Projektu Górnego Płaszcza W. W. Bieleusow stwierdza naprzód we wspomnianym liście otwartym, że ten właśnie projekt miał za zadanie albo opracowanie ogólnej teorii rozwoju Ziemi, albo zebranie niezbędnego materiału. Następnie pisze on: „Zapewnia Pan jednak, że teoria taka już istnieje i że zgodnie z nią trzeba przerehabilitować podręczniki i zreorganizować nauczanie. Istotną zaletę nowej teorii widzi Pan w tym, że stwarza ona szansę przechwycenia młodych ludzi i odciągnięcia pewnej ich liczby od fizyki i matematyki”. Kontynuując swe wywody W. W. Bieleusow pisze: „Geologia kontynentów została w nowych hipotezach po prostu całkowicie unicestwiona. Czy może być, że Pan istotnie chce przerehabilitować podręczniki, wyrzucając za burtę większą część ogromnych osiągnięć geologii kontynentów? ... Nasza wiedza o oceanach pozostaje nie tylko bardzo schematyczna, ale w znacznym stopniu pośrednia, bo oparta na interpretacji pośrednich danych... W ten sposób stara, wypróbowana i raczej dokładna geologia kontynentów zostaje poświęcona na korzyść jak dotąd nieokreślonych danych o budowie oceanów... Czy taka teoria nie będzie miała odwrotnego wpływu na młodych ludzi od tego, jakiego się Pan spodziewa, ponieważ ludzie ci nie będą mieli zamiaru zadowalać się efektem emocjonalnym, lecz zażądać dokładniejszego uzasadnienia”.

Opowiadając się za równoczesnym rozpatrywaniem kilku roboczych hipotez geotektonicznych tenże autor stwierdza dalej: „...będziemy słyszeć gorzkie wyrzuty, a może nawet zostaniemy wysmiani przez przyszłe generacje, jeśli jedną z takich roboczych hipotez uznamy za teorię ostateczną, jeśli będziemy stanowczo twierdzić, że prawda jest w zasięgu ręki i że trzeba tylko tę rękę wyciągnąć, by zerwać kwiat... Dopiero zaczęliśmy odkrywać tajemnice bardzo płytkiego wnętrza Ziemi. Byłoby bardzo nieodpowiedzialne z naszej strony kusić młodych ludzi mówiąc im, że wszystkie trudności są

poza nami, a także ukołysać ich złudnymi nadziejami i marzeniami zamiast prowadzić ich trudną i wymagającą wysiłku ścieżką badań i trudów myślowych, nieuniknionych dla naukowców”.

W tym samym numerze „Geotimes” zamieszczona jest także replika J. T. Wilsona (64) na cytowany list otwarty. J. T. Wilson pisze m. in.: „To czego chcemy, to nie zmieniać dane, lecz ramy odniesienia lub sposób patrzenia na te dane... Kłopot z naukami o Ziemi i powód, dla którego się one nie rozwijają tak jak by mogły, polega nie na braku lub błędach w danych tradycyjnego rodzaju, lecz na braku nowego rodzaju informacji i całkowicie złym sposobie patrzenia na Ziemię. Jeśli istotnie Ziemia jest na swój własny powolny sposób ciałem bardzo dynamicznym, a uważaliśmy ją za zasadniczo statyczną, musimy porzucić większość naszych starych teorii i książek i rozpocząć od nowa z nowym punktem widzenia i nową wiedzą... To nie nowe dane, lecz zmiana sposobu widzenia oznacza naukową rewolucję... Wierzę, że ta rewolucja zjednoczy gałęzie nauk dawniej rozdzielone i że nowa zjednoczona nauka o dynamicznej Ziemi wymaga nowej nazwy — geonomia”...

Do grona przeciwników nowej tektoniki globu dołączyli się z czasem — by wymienić tylko najważniejsze nazwiska — wybitny fizyk brytyjski H. Jeffreys (18), znany tektonik holenderski R. van Bemmelen (4), geochemik radziecki J. M. Szejnmann (54), geofizyk radziecki E. N. Liustich (23), badacz brytyjski P. Wesson (61), geofizyk z Libanu A. Mantura (25, 26), geolog niemiecki H. G. Wunderlich (65) oraz amerykańscy stratygrafowie A. A. i H. A. Meyerhoff (30—37). Są to tylko ci, którzy uprawiają krytykę pryncypialną, podważając ogólne podstawy nowych teorii. Prócz tego jest wielu autorów, dyskutujących z poszczególnymi elementami tych teorii. Skrupulatni statystycy obliczyli nawet, że w latach 1956—1970 21% prac związanych z tą tematyką pisane było z pozycji antymobilistycznych.

Spśród wymienionych H. Jeffreys należy do weteranów walki z mobilizmem, ponieważ już w pierwszych wydaniach swego dzieła o Ziemi, w latach dwudziestych i trzydziestych obecnego wieku, występował przeciwko teorii A. Wegenera. Kwestionuje on możliwość konwencji w płaszczu ziemskim, niwecząc w ten sposób potencjalny mechanizm ruchu płyt litosfery. Wychodzi przy tym z niepodważalnych, zdążył się, praw i właściwości fizycznych nie tylko Ziemi, ale i układu Ziemia—Księżyc, dowodząc że płaszcz nie jest ciałem sroczysto-lepkim, w którym konwекcja byłaby możliwa. Na marginesie nieugiętego stanowiska H. Jeffreysa A. Hallam (18) przypomina dyskusję, jaka toczyła się u schyłku ubiegłego stulecia między ówczesnym wielkim autorytetem w dziedzinie fizyki w osobie lorda Kelvina (W. Thomsona), a współczesnymi mu geologami. Kelvin twierdził na podstawie obliczeń szybkości stygnięcia Ziemi, że nie może ona być starsza niż dwieście milionów lat. Geologowie nie mogli przeciwstawić bezwzględnie ścisłym obliczeniom wybitnego fizyka niczego, poza swoimi nieprecyzyjnymi przekonaniami. Trzeba było dopiero odkrycia procesów rozpadu radioaktywnego i wykazania przez drugiego wielkiego fizyka, również lorda, Rayleighb (J. W. Strutt), jaką rolę te procesy mają w wewnętrznym podgrzewaniu Ziemi, ażeby móc obalić błędne wnioski Kelvina. Żartobliwy morał, jaki A. Hallam wysnuwa z tej historii dla geologów brzmi: „napuść fizyka na fizyka, ponieważ oni rozumieją się nawzajem”.

Wracając do najbardziej zdecydowanych przeciwników nowej tektoniki globu prym w tym względzie wędzie niewątpliwie, przynajmniej pod względem płodności twórczej, stratygraf amerykański A. A. Meyerhoff. Opublikował on, bądź sam, bądź we współautorstwie z H. A. Meyerhoffem, C. Telferem, P. Hardingiem i innymi, kilka programowych artykułów w różnych czasopismach, a w szczególności pięć prac w „Journal of Geology” (30, 31, 35—37). Wszystkie te artykuły, ogłoszone w latach 1970—1973, mają łącznie około 300 stron druku.

Krytyka zamieszczona w cytowanych dotąd pracach, mających charakter programowo negatywny, jak również w licznych innych pracach dyskutujących poszczególne elementy nowych teorii — może być różnorodna, podobnie jak różne bywają polemiki co do kwestii specjalnych, rozgrywające się w gronie badaczy zasadniczo sprzyjających nowym teoriom. Krytyka może być wybitnie destruktywna, kiedy to neguje się, często w bardzo ostrej formie, różne założenia tektoniki płyt, niekiedy nie rozumiejąc ich istoty. Typowym przykładem jest podwójna polemika A. Mantury z R. S. Dietzem (9, 11, 25, 26). Może to być także krytyka konstruktywna, w której proponuje się alternatywne rozwiązania częściowe, a nawet całe zamknięte hipotezy, tak jest w przypadku A. A. i H. A. Meyerhoffów. Krytyka może być też wyraźnie prowadzona z pozycji obrony hipotez geotektonicznych, stworzonych przez samych oponentów — dotyczy to W. W. Bieleusowa, twórcy hipotezy oceanizacji i A. van Bemmelen, twórcy „relatywistycznej” hipotezy undacji i diapiryzmu płaszczu.

Polemiki bywają bardzo gorączkowe, niepełne i niezamknięte, tzn. niektóre argumenty są zbijane, inne pomijane, z kolei kontrargumenty dotyczą tematów, których przeciwnik nie poruszał. Np. w odpowiedzi na zasadniczą pracę krytyczną W. W. Bieleusowa (2), gdzie między innymi streszcza on jako alternatywę swoją hipotezę oceanizacji, W. Jacoby nie broni hipotezy ekspansji dna oceanicznego (spreadingu), lecz atakuje hipotezę oceanizacji z punktu widzenia teorii izostazji (17). W. W. Bieleusow w swojej replice (3) słusznie zauważa, że nie jest to właściwsze postępowanie: „Wydawałoby się... że najlepszym sposobem obrony hipotezy byłoby obalenie przynajmniej części moich obiekcji. Obawiam się, iż atak na moje idee nie jest najlepszym argumentem na korzyść hipotezy spreadingu. Mogę całkowicie nie mieć racji, ale hipoteza spreadingu nie stanie się przez to lepsza”.

Jakie zarzuty typu ogólnego stawiane są zwolennikom nowej tektoniki globu ziemskiego?

Po pierwsze — że twórcy nowych teorii są głównie geofizykami i że zbyt często stosują geofizyczny sposób myślenia, bez uwzględniania i interpretacji danych geologicznych.

Po drugie — że nie biorą oni pod uwagę ogromnego zbioru geofizycznych i geologicznych faktów, zebranych w ciągu wielu dziesiątków lat badań na kontynentach i nie czynią wysiłków powiązania tych danych ze świeżymi danymi z oceanów.

Po trzecie — że nowe rozwiązania sprawdzają się jedynie w skali planetarnej, a kiedy przychodzi do ich konfrontacji z budową geologiczną konkretnego regionu, pojawiają się spore kłopoty. Jako klasyczne jest tu cytowane zdanie jednego z przedstawicieli neomobilizmu, A. G. Smitha, zaczerpnięte z jego rekonstrukcji europejskich Alpidów (49): „Z własnego doświadczenia byłoby autorowi łatwo wskazać sprzeczności między obserwacjami terenowymi a wnioskami wynikającymi z tego modelu i rekonstrukcji. Jednak te wnioski i spekulacje powinny być oceniane w skali rysunków — 1:10 mln lub więcej — tak jakby obszar był widziany ze statku kosmicznego... Jest to skala, w której została stworzona i sprawdzona wewnętrznie spójna teoria tektoniki płyt”. W. W. Bieleusow pisze w związku z tym (3) „... dla każdego, kto uważa, że geologia ma jakąś wartość, słowa te brzmią jak dzwon nocy dla teorii tektoniki płyt”. A dalej: „... nie przewyżczymy tych trudności, naki zwolennicy tektoniki płyt nie przesłona natrzeć na Ziemię z pokładu statku kosmicznego i nie zjechać na te Ziemi, bliżej prawdziwej geologii”.

Po czwarte — zarzuca się, że entuzjaści nowych teorii wzbudzają dziwną niechęć do dyskusji gorączkowej, jakie pojawiają się nawet między nimi samymi, przy interpretacji tych samych faktów w tych samych regionach.

Po piąte — że wiele wniosków formułowanych jest na zasadzie budowania piramidy hipotez. Jako przykład podawana jest akceptacja wielkiej skali odwrócenia pola magnetycznego, oparta na hipotezie o korelacji tych odwróceń z linijnymi anomaliami

magnetycznymi oraz na hipotezie ekspansji dna oceanicznego. H. J. Mc Cunn (27) pisze w związku z tym: „W nauce niebezpieczne jest budowanie hipotez na hipotezach. Jak uczy historia, ci którzy tak czynili, uplasowali się sami przez się daleko na peryferiach naukowego kręgu”.

Wreszcie po szóste — że zwolennicy tektoniki płyt stosują subiektywną selekcję danych, odrzucając fakty niewygodne dla przyjętych z góry założeń. Jako przykład podaje się (33) wyniki dragowania dna na grzbiecie północnoatlantyckim na geograficznej szerokości Zatoki Biskajskiej, kiedy to 70% próbek a priori wyłączono z dalszych badań jako eratyki. Były wśród nich granity, granodiority, gnejsy, gabra, amfibolity, skały metamorficzne facji zieleńcowej, piaskowce i marmury. Drugim przykładem tego rodzaju jest sprawa trylobitów kambryjskich, znalezionych jeszcze w końcu XIX w. w skałach wydobytych w czasie dragowania dna, również w północnym Atlantyku na geograficznej szerokości Hiszpanii. Gdy sprawę tę poruszono w czasie ostatnich dyskusji zwolennicy dryfu kontynentów bądź zakwalifikowali te próbki jako eratyki bądź jako balast starych parowców transatlantyckich, bądź wreszcie twierdzili, że zostały one źle oznakowane.

Na koniec jeden z najbardziej zagorzałych dyskutantów oznajmił, że wszystko co działo się przed 1960 r. nie może się liczyć jako poważny argument w dyskusji i że w trakcie dwumiesięcznych badań tego samego obszaru nie znaleziono niczego, co potwierdzałoby możliwość występowania osadów kambriu. Według relacjonujących tę sprawę A. A. i H. A. Meyerhoffów (33) z dalszej korespondencji wynikało, że wspomniane badania prowadzone były o dwieście km od miejsca znalezienia trylobitów i polegały tylko na profilowaniu sejsmicznym. Autorzy ci konkludują: „... człowiek, który pisał te słowa jest jednym z wiodących przedstawicieli nowej tektoniki globu. Nie wymieniamy jego nazwiska z oczywistych powodów. Naszym celem jest ukazać stan umysłów zbyt wielu spośród entuzjastycznych zwolenników nowej tektoniki globu — zwolenników, którzy wprowadzili nie twierdzą, że są bezstronni, lecz mimo to nalegają, że są naukowcami”.

Jak widać z tych dwóch przykładów niektóre z zarzutów znajdują się na pograniczu kwestionowania naukowej uczciwości oponentów. Rzecz ciekawa, że podobne zarzuty wysuwano swego czasu przeciw A. Wegenerowi — cytuję za W. Sullivanem (52) jedną z wypowiedzi na sympozjum zorganizowanym w Nowym Jorku w 1926 r. przez Amerykańskie Stowarzyszenie Geologów Naftowych (AAPG) dla przedyskutowania teorii dryfu kontynentów. Paleontolog E. W. Berry stwierdził wówczas, że metoda Wegenera nie jest metodą naukową, lecz „... postępuje zwykłym tokiem sformułowania początkowej idei, selektywnego poszukiwania w literaturze popierających ją dowodów, ignorowania większości faktów, które jej przeczą; dochodzi wreszcie do stanu samozadowolenia, w którym subiektywne idee uważane są za obiektywne fakty”.

Przechodząc do bardziej konkretnych zarzutów pod adresem neomobilizmu, można spróbować pogrupować je według wyliczonych poprzednio głównych jego tez, trzymając się mniej więcej tej samej kolejności. Będzie to zresztą bardzo ogólny przegląd zarzutów najczęściej wysuwanych w pracach wymienionych czołowych krytyków, poparty tylko wybranymi przykładami, ponieważ wszystkich obiekcji są dziesiątki, a ich uzasadnienie jest często bardzo obszerne.

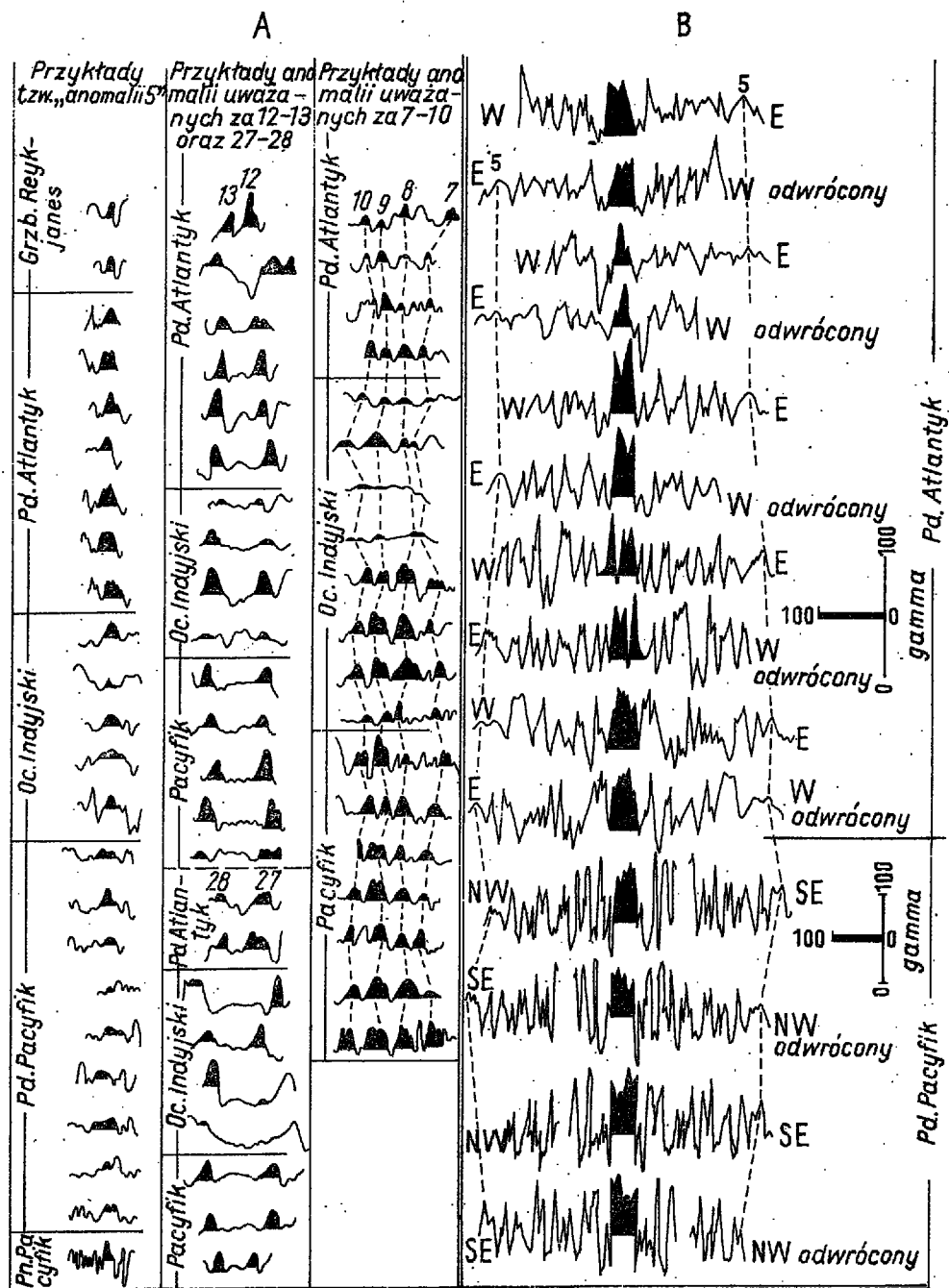
Badaniom paleomagnetycznym zarzuca się małą dokładność pomiarów, która doprowadza do tego, że niekiedy margines błędów (pole wiarygodności położenia bieguna dla danego okresu) sięga tysięcy km. Jako jeden z wielu przykładów podaje się, że zgodnie z tymi badaniami Japonia i basen Kuźniecka znajdowały się w środkowej kredzie w tym samym miejscu (45). Zarzuca się także nieuwzględnianie procesów wtórnego namagnesowania skał, nie mówiąc o tym, że kwestionuje się w ogóle tzw. teorię dynamo ziemskiego pola magnetycznego, według której obrót Ziemi wywołuje ruchy w zewnętrznej płyn-

nej części jądra Ziemi, co z kolei powoduje powstanie magnetycznego pola dwubiegunowego o osi z grubsza zgodnej z osią obrotu. Jeżeli w przeszłości geologicznej nie działało takie pole jak dziś, lecz pole zmienne, to oczywiście wszelkie badania paleomagnetyczne nie mają znaczenia.

Hipoteza ekspansji dna oceanicznego (spredingu) jest krytykowana m. in. z tego względu, że mają być z nią niezgodne: wyrównana grubość skorupy oceanicznej (zwłaszcza ze względu na zmienne szybkości ekspansji) oraz jednakowe średnie wartości strumienia ciepłego pod kontynentami i oceanami. Głównym jednak przedmiotem ataku jest zakładany mechanizm napędowy spredingu, tzn. konwekcja w płaszczu ziemskim, o czym już była mowa

wyżej. Sądzi się, że jest ona nie do przyjęcia ze względu na zbyt wysoką lepkość materii w płaszczu. Płaszcz ma właściwości niedoskonale elastyczne (60), a zatem wymagałby nieustającego wzrostu naprężeń dla utrzymania stałego ruchu płyt.

Bardzo silnie kwestionowana jest interpretacja liniowych anomalii magnetycznych jako wybitnie subiektywna. Twierdzi się, że liniowość tych anomalii, ich równoległość do grzbietu śródoceanicznego i symetryczne ułożenie względem tego grzbietu są raczej wyjątkiem niż regułą w skali wszystkich basenów oceanicznych. Również korelacja poszczególnych datowanych anomalii uważana jest za nieprzekonywającą (ryc. 4). Podkreśla się też, że nie jest znane ani źródło tych anomalii, ani bezpośrednio



Ryc. 4. Typowe profile magnetyczne w poprzek grzbietów śródoceanicznych. Widoczna słaba korelacja (A) i asymetria (B). Profile odwrócone w części B są zwierciadlanym odbiciem profilów leżących bezpośrednio wyżej — pomaga to sprawdzić symetrię (wg A. A. i H. A. Meyerhoffów, 34).

Fig. 4. Typical magnetic profiles across mid-ocean ridges. Note poor correlation (A) and asymmetry (B). Reversed profiles in part B are mirror images of the profiles lying directly above — it helps to check the symmetry (after A. A. and H. A. Meyerhoff, 34).

datowane skały je wywołujące, a poza tym, że pierwsze próby badań wykonanych magnetometrem dennym nie wykazały tak jasnego obrazu anomalii. Ogólnie przypomina się słynną sprawę marsjańskich kanałów jako możliwą historyczną analogię hipotezy liniowych anomalii magnetycznych.

Podobnej krytyce poddano ekstrapolację wiekowej skali odwróceń magnetycznych, przede wszystkim dlatego, że jest ona — jak wspomniano — typowym przykładem hipotezy wywodzącej się z dwu innych hipotez. „Sposób, w jaki pary anomalii są „datowane” jest jednym z najbardziej jaskrawych przykładów nienaukowej procedury w historii” — piszą A. A. i H. A. Meyerhoffowie (34), konkludując dalej: „...dopóki nie będą znane źródła i przyczyny anomalii i póki skały je wywołujące nie będą datowane, spekulacje wykraczające poza fakty... są bezowocne. Ekstrapolacje skali odwróceń magnetycznych w hipotezytyczną przeszłość są marnowaniem papieru, ludzkich wysiłków i czasu komputerów”.

Jeden z koronnych dowodów na wiek skorupy oceanicznej, tzn. wiek najstarszych osadów leżących na bazaltach drugiej warstwy skorupy oceanicznej jest również podważany. Przede wszystkim nie uwzględnia się, zdaniem oponentów, że duża część kontaktów między osadami i bazaltami ma charakter termiczny, a więc bazalt może być sillem, pod którym leżą osady starsze. W klasycznym profilu 3 programu JOIDES (ryc. 3) pięć spośród ośmiu zbadanych kontaktów ma właśnie taki charakter. W jednym z otworów profilu 2 stwierdzono mioceneski wiek bazaltu leżącego pod osadami kampanu. Tak więc nie ma pewności czy istotnie w licznych wierceniach tego programu osiągnięto podłoże warstwy osadowej. Ponadto skład warstwy 2 skorupy oceanicznej nie jest znany i nie jest wykluczone, że występują w niej naprzemiany z bazaltami starsze, skonsolidowane skały osadowe. A zatem póki nie będzie się mieć gwarancji, że otwór istotnie przewiercił całą kolumnę osadów, trudno będzie mówić o wieku skorupy oceanicznej.

Co się dotyczy zgodności zarysów kontynentów podnosi się występowanie licznych luk i nałożeń w istniejących rekonstrukcjach, a także podkreśla, że przy pewnej dozie wyobraźni można dopasować do siebie z zadowalającą dokładnością wiele odcinków wybrzeży, nawet po ich rotacji o 180°. Jest to oczywiście kontrargument nieco złośliwy, nie uwzględniający ani danych paleomagnetycznych, ani zgodności struktur geologicznych po obu stronach zestawianych wybrzeży.

Rozpatrując wzajemne przemieszczenia płyt wysuwa się różne zarzuty pod adresem nieprawdopodobieństw geometrycznych wynikających z tych przemieszczeń (2, 26). Jako klasyczny przykład wymieniana jest pozycja płyty afrykańskiej, która z trzech stron ograniczona jest grzbiętami śródoceanicznymi, a tylko od północy może być pochłaniana w strefach subdukcji. Takie położenie zmusza do wniosku, że okalające grzbieity odsuwają się promieniście od kontynentu afrykańskiego, który jest w zasadzie stacjonarny. Jeśli grzbieity są miejscem wstępujących prądów konwekcyjnych, będących przyczyną ruchów płyt, to czy istotnie mogą one ulegać reorientacji z przyczyn raczej drugorzędnych?

Wszystkie te zarzuty skierowane są przeciw konkretnym elementom nowej teorii. Obok nich istnieje grupa kontrargumentów, wychodzących ze stabilistycznego ujęcia ewolucji Ziemi. Jednym z najważniejszych jest zarzut, na który zwolennicy neomobilizmu — jak sami lojalnie przyznają — nie mają dotąd zadowalającej odpowiedzi. Dotyczy on stałości regmatycznej sieci lineamentów i wielkich uskokuw w skorupie oraz stałości subsydencji pewnych wielkich struktur tektonicznych na kontynentach. W warunkach ruchu płyt litosfery, a szczególnie ich rotacji, struktury te, zakorzenione — jak się uważa — głęboko w płaszczu — powinny zmieniać swoje położenie i kierunek w miarę ruchu płyty, na której leżą. Tymczasem np. położenie niektórych synekli na platformach nie zmienia się w ciągu setek milionów lat. Sprawa ta wiąże się w ogóle

z kapitalnym zagadnieniem relacji między wielkimi przemieszczeniami poziomymi a ruchami pionowymi o różnej skali, które także stanowią bardzo istotny czynnik tektonogenetyczny.

Jedne z najdawniejszych argumentów przemawiających za dryfem kontynentów dotyczą problematyki paleobiologicznej i paleoklimatycznej, by wspomnieć chociaż o zasięgu flory *Glossopteris*, o wspólnocie fauny lądowej na kontynentach wchodzących poprzednio w skład Gondwany, czy wreszcie o zlodowaceniach na tym samym superkontynencie. Argumentacja ta stanowi jednak broń obosieczną, jak o tym świadczą prace A. A. Meyerhoffa i C. Teichert (30, 33, 37). Udowadniają oni stałość dzisiejszego układu kontynentów i oceanów w ciągu całego fanerozoiku na podstawie analizy rozkładu osadów będących wskaźnikami paleoklimatu, takich jak ewaporaty, węglany, osady pustynne, tality i pokłady węgla (ryc. 5). Zwracają też m. in. uwagę na to, że chociaż układ stref klimatycznych pozostawał nie zmieniony, zmieniała się ich szerokość zależnie od ogólnych zmian klimatu Ziemi, a zatem niektóre osady wskaźnikowe mogły w przeszłości powstawać w szerokościach geograficznych anomalnie niskich lub anomalnie wysokich z dzisiejszego punktu widzenia. Podkreślają stałość występowania kopalnych osadów pustynnych w stosunku do dzisiejszych stref o niskiej sumie opadu rocznego oraz trwałe przesunięcie kopalnych ewaporatów ku północy od równika, zgodnie z dzisiejszą przewagą obszarów lądowych na północnej półkuli. Protestują przeciw istnieniu Gondwany, ponieważ ani zlodowacenie, ani pokłady węgla nie mogłyby się tworzyć w jej wnętrzu, odległym o tysiące kilometrów od wybrzeży, z braku wystarczających ilości wilgoci. Zlodowacenia permokarbońskie południowej półkuli uważają za wyżynę. Udowadniają wreszcie, że ewaporaty Spitzbergenu nie były wcale równowiekowe z talitymi Gondwany, jak się powszechnie przyjmuje, wnioskując na tej podstawie o innym podówczas położeniu bieguna.

Co się dotyczy argumentów paleobiologicznych podkreślana jest (33) konieczność statystycznej analizy populacji roślinnych i zwierzęcych, a nie doboru wybranych gatunków do z góry założonej koncepcji. Jako przykład podawana jest procentowa analiza gatunków małżoraczków kredowych Gaboru i Brazylii. Chodzi także o to, by zawsze orientować się, jaka jest nisza ekologiczna rozpatrywanego gatunku oraz brać pod uwagę liczne możliwości przedostawiania się gatunków lądowych nawet przez szerokie przeszerzenie morskie.

Przejdę obecnie do kilku przykładów polemik na tematy bardziej szczegółowe, stanowiące części składowe nowej tektoniki globu. Na początek sprawa Islandii. Wyspa ta leży na osi grzbieitu śródatlantyckiego, powinna zatem stanowić doskonałe naturalne laboratorium badania procesów rozszerzania dna oceanicznego. Zwolennicy nowych koncepcji (41) twierdzą, że sytuacja geologiczna na Islandii zgadza się z tymi koncepcjami, z tym że nie jest ona jednak typowa dla ewolucji grzbieitu, po pierwsze dlatego, że wyspa leży ponad wstępującym półropuszcem płaszczu, po drugie, iż położona jest w strefie transformacyjnego przesunięcia grzbieitu, po trzecie zaś właśnie dlatego, że rozwój jej przebiega w warunkach subaeralnych, a nie podmorskich. Tymczasem przeciwnicy (33) kwestionują to zdanie, twierdząc, że Islandia jest arena wyłącznie ruchów pionowych i kompresyjnych, a nie tensyjnych. Wyniki ostatniej geodynamicznej ekspedycji radzieckiej (5) dowodzą ponadto, że wyspa jest podłożona 30-kilometrową strefą, w której materia ma własności przejściowe między skorupą a płaszczem. Islandia ma być zatem produktem oceanizacji skorupy kontynentalnej, który to proces rozpoczął się dopiero w pliocenie.

Drugim zagadnieniem jest kwestia rowów oceanicznych (trenchów) i procesów geologicznych, które się w nich rozgrywają. Zgodnie z modelem tektoniki płyt powinny być one, jako związane ze strefą subdukcji i konwergencji płyt, miejscem kompresji i fałdowania osadów, przede wszystkim niesionych na podsuwającej się płycie oceanicznej. Tymczasem fakty nie są jednoznaczne. D. W. Scholl ze współ-

autorami (48) stwierdza spokojne ułożenie osadów w rowie chilijskim. W. F. Tanner (56), na podstawie analizy regionalnych pól naprężeń, odtwarza istnienie poziomych sił tensyjnych w okolicy wszystkich rowów oceanicznych i stanowczo protestuje przeciw hipotezie subdukcji i pochłaniania płyt oceanicznych. E. N. Liustich (22) przeprowadza wyliczenia, z których wynika, że płyta wyginająca się ku dołowi w strefie subdukcji, ze względu na promień krzywizny tego wygięcia, grubość płyty i wytrzymałość budującego ją materiału, musiałaby ulec rozerwowaniu, a oderwany fragment pograżyłby się pionowo. Z drugiej strony zwolennicy tektoniki płyt (19, 46) analizując dane morfologiczne i geofizyczne uważają, że procesy subdukcji istotnie zachodzą w strefach rowów oceanicznych. Materiał osadowy zarówno przynoszony na pochłanianej płycie, jak i dostarczany z kontynentu lub łuku wyspowego leżącego po drugiej stronie rowu, jest zgarniany na perykontynentalnym stoku rowu w formie akrecyjnej pryzmy, ułożonej w wiązkę fałdów, coraz młodszych w miarę zbliżania się do rowu.

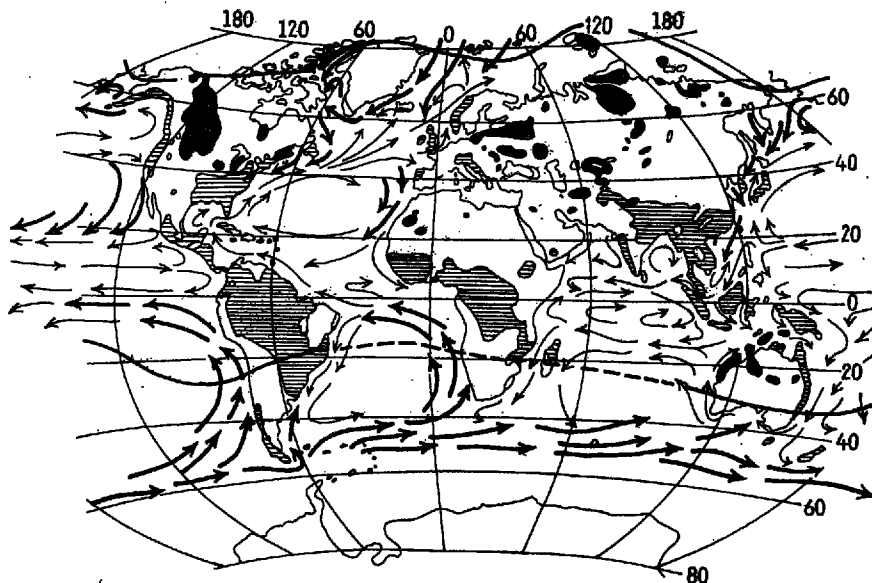
Trzecim przykładem przedmiotu sporów szczegółowych jest sprawa Tetydy, jej genezy i procesu zamykania, szczególnie w strefie śródziemnomorskiej, bardzo dobrze geologicznie zbadanej. Stworzone zostało dotąd z pozycji tektoniki płyt wiele koncepcji rozwojowych tego oceanu i powstałego zeń łańcucha alpidów, które zresztą w wielu nawet dość zasadniczych sprawach różnią się między sobą. Natomiast przeciwnicy skrajnie mobilistycznych ujęć stwierdzając m. in. z przekąsem, że rekonstrukcje te są dziełem ludzi, którzy przeważnie w ogóle nie pracowali w alpidach — dowodzą, że Tetyda przez cały czas swej historii była raczej nieszerokim zbiornikiem położonym w jednej — tropikalnej i subtropikalnej — strefie klimatycznej i rozwiniętym przeważnie na skorupie typu kontynentalnego. Zwracają przy tym np. uwagę na bardzo bliskie pokrewieństwo stratygraficzno-facjalne po obu stronach Tetydy, na liniach Atlas—Kordyliery Betyckie, Atlas—Sycylia—Południowe Apeniny oraz w krajach Lewantu i Bliskiego Wschodu, co dowodzi, że niemożliwe były w tych obszarach ogromne przesunięcia poziome. Piszą oni (33), że: „ten zbiór faktów geologicznych, zgromadzonych w ciągu lat mozolnych badań terenowych, nie może być zepchnięty do najbliższej strefy subdukcji jako drobny i mało ważny”, dodając, że niektóre rekonstrukcje rejonu mediterańskiego to

„... coś więcej niż partactwo umysłowe, jest to absolutne gwałcenie geologii”.

Jak widać, zwłaszcza z ostatnio przytoczonych przykładów, temperatura sporów jest dość wysoka. Towarzyszy im często atmosfera, świadcząca o rozwiniętym poczuciu humoru u dyskutantów. Forma niektórych polemik jest bardzo ostra, często wręcz zjadliwa, w naszej literaturze nie spotykana i może nie zawsze godna naśladowania, ale niewątpliwie dodająca swoistego kolorytu wymianie zdań. Myślę, że warto jeszcze przytoczyć kilka najbardziej jaskrawych przykładów, zaczerpniętych z dotąd wymienionych prac krytycznych.

A. A. i H. A. Meyerhoffowie (33) uważają, że większość z wyliczonych przez nich faktów nawet pojedynczo „... zaprzecza dryfowi, a w zespole są one niszczące. Żaden zasób pobożnych życzeń lub retoryki w referatach i w publikacjach nie spowoduje, by fakty te znikły”. Tektonika płyt i dryf kontynentów uzyskały wg nich poparcie u indywidualnych badaczy i grup badawczych, które „... mają tylko jedną rzecz wspólną — wiarę, że dryf jest faktem. We wszystkich innych aspektach ich poglądy są tak różne, jak słoń skonstruowany w wyobraźni przez trzech ślepców”. W innym miejscu ci sami autorzy powtarzają słowa G. G. Simpsona z wcześniejszych dyskusji nad dryfem: „... ogromna i wciąż rosnąca literatura obfituje w błędy i niepotrozenia. Gdy raz ukażą się drukiem, te nierozważne lub błędne stwierdzenia wydadzą się dalej żyć życiem własnym i stają się prawie nie do zatarcia. Wiele powstało takich żalosnych stwierdzeń i wszystkie one są uwieczniane drogą bezkrytycznej akceptacji nieodpowiedzialnych lub przestarzałych publikacji i często niedokładnego kopiowania przez łańcuch kompilatorów, bez zbadania danych oryginalnych”.

W. W. Biekousow (2) — „Staje się jasne, że żaden element hipotezy ekspansji den oceanicznych nie wytrzymuje krytyki. Hipoteza ta jest oparta na pośpiesznej generalizacji pewnych danych, których znaczenie zostało gigantycznie przecenione. Zniekształca ona często realne zjawiska, zastępując je gołosłownymi stwierdzeniami. Wprowadziła ona do nauk o Ziemi obcy im i niewłaściwy schematyzm, na korzyść ogólnej ignorancji co do istotnych własności środowiska”. Co się tyczy głosów sprzeciwu, to są one „... ledwie słyszalne przez wrzask fanatycznych zwolenników hipotezy ekspansji dna oceanicznego. Przyszedł czas na poważne dyskusje, w przeciwnym



Ryc. 5. Rozprzestrzenienie ewaporatów dewońskich (obszary czarne) w stosunku do obszarów mających obecnie ponad 1000 mm opadu rocznego (szrafy poziomy). Grube strzałki — zimne prądy oceaniczne; cienkie strzałki — ciepłe prądy oceaniczne (wg. A. A. i H. A. Meyerhoffów — 34).

Fig. 5. Devonian evaporite distribution (black areas) in relation to the areas currently having more than 1000 mm annual rainfall (horizontal lines). Thick arrows — cold-water oceanic currents, thin arrows — warm-water oceanic currents (after A. A. and H. A. Meyerhoff, 34).

przypadku samochwalcze mówienie o rewolucji w naukach geologicznych może doprowadzić do długiego okresu застоju i stworzy całkiem błędne przekonanie o metodach stosowanych w naszej nauce".

R. van Bemmelen (4): „...wyobrażenia o katastroficznych procesach geodynamicznych należą raczej do dziedzictwa wiedzy o objawieniach z czasów babilońskich, tylko obecnie nazywa się je inaczej, a mianowicie hipotezami ad hoc. Te modele są w większości sprawą wiary i są akceptowane głównie uczuciowo. Mania tektoniki płyt rozprzestrzenia się tak potwornie szybko i tak bezkrytycznie, że przejmuję to zgroza".

A. Mantura (25) uważa, że zwolennicy tektoniki płyt „...stworzyli niespójny obraz globu, nie uwzględniając tak podstawowych rzeczy jak geografia, geologia, logika, obserwacja i zdrowy rozsądek. Wyobrażają sobie, że znaleźli panaceum, a w istocie otwarli puszkę Pandory. Trudno mi uwierzyć, by argumenty przedstawione bez uwzględnienia prostych zasad geometrii, fizyki i logiki mogły długo przetrwać w poważnej nauce”. Kończąc zaś dyskusję z R. Dietzem (26) tenże autor pisze: „Jestem szczególnie, że Dietz znajduje odpowiedź na każdą z fatalnych obiekcji, jakie przytoczyłem przeciw ekspansji dna oceanicznego (z wyjątkiem tych, które których przechodzi w milczeniu). Szanuję jego niezachwiane przekonania, które mnie nie przekonują. Nie jestem skłonny do dalszych bizantyjskich dyskusji... Nie można bez końca zastępować rzeczywistości teoriami, czy też obserwacji — dyskusyjnymi stwierdzeniami. Nie można też użytkować tylko tego, co chciałby kontemplować umysł nie biorąc pod uwagę tego, co widzą oczy... Dlatego nie nalegam dłużej. Każdy może mieć swoją wiarę i swoje upodobania. Niektórzy z nas wolą rozważać wszystkie fakty, inni nie".

Ton wypowiedzi zwolenników nowej tektoniki globu jest na ogół spokojniejszy, jakkolwiek i tu zdarzają się ostrzejsze sformułowania m. in. kwestionujące właśnie niewłaściwą atmosferę debaty. I znów kilka przykładów. D. E. Mills (38) pisze pod adresem A. A. i H. A. Meyerhoffów: „...ich oczywista dokładność i wysiłek mogą przytłoczyć przeciętnego geologa do tego stopnia, że ledwie będzie w stanie podnieść się i otrząsnąć sprawdzając, czy jest jeszcze żywy”. Krytyka uprawiana przez nich „...jest zła, bo wydaje się stanowić ćwiczenia w upokarzaniu, zamierzone lub nie...”. A parę zdań dalej: „Mam nadzieję, że występujący za lub przeciw będą to czynić w zamiarze osiągnięcia korzyści dla nauki a nie dla siebie samych... Nie bądnmy obelżywi w stosunku do nowych idei, jeśli takie idee nie całkiem nam obecnie odpowiadają".

D. B. MacKenzie (24) dostraja się w swojej replice do poziomu ataku pisząc: „Większość pracy „liderów opozycji” przypomina kontynuację niefachowej opozycji przeciw Darwinowi przed 114 laty. Chociaż praca Meyerhoffów ma wszelką naukową ornamentację, szczególnie zaś oprawę bogatej bibliografii, czyta się ją przede wszystkim jako odpowiedź emocjonalną, podobną do tych w wykonaniu krytyków teorii ewolucji. Jednak w przeciwieństwie do teorii ewolucji nowa tektonika globu nie kwestionuje pochodzenia autorów ani żadnej ludzkiej istoty. Skąd więc ta diatryba?"

A. Hallam (13) traktuje A. A. Meyerhoffa z pewną dozą pobłażania. Jego zdaniem „...podjął on nieco heroiczny trud obalenia większej części dowodów przemawiających za dryfem kontynentów... w serii długich, wojowniczych artykułów, które dowodzą — jeżeli niczego więcej — to przynajmniej zdumiewającej zdolności uporania się z obszerną literaturą. Meyerhoffowi należy się uznanie za ciągły i poważny wysiłek gromadzenia faktów mających znaczenie dowodów, ale jak dotąd nie udało mu się wywołać istotnych wątpliwości wśród ogółu społeczności badaczy Ziemi".

Trzeba wreszcie odnotować pojawienie się artykułu R. S. Dietza i J. C. Holdena (12), w całości utrzymanego w tonie żartobliwego pamfletu. Wśród licznych „dowodów” jakie przytaczają oni na korzyść dryfu kontynentów znajduje się np. stwierdzenie, że słynny potwór z Loch Ness przestrzega

prawideł ruchu prawostronnego, mimo że żyje na terenie Wielkiej Brytanii. Jest to najlepszy dowód, że Szkocja — jak to twierdzą zwolennicy dryfu — była niegdyś częścią Ameryki Północnej. Inny „dowód”: dlaczego niektóre kraby chodzą bokiem? Są to bowiem zwierzęta czułe na pole magnetyczne i wobec częstych jego odwróceń wolą zachowywać się kompromisowo. Dlaczego wreszcie węgorze mają zdumiony wyraz twarzy? Ponieważ płynąc z Morza Sargassowego do Europy przekonują się, iż przekazana im przez przodków wiedza jest nieprawdziwa — Europa znajduje się dalej niż powinna, bo zdążyła się już nieco odsunąć od Ameryki.

Jakkolwiek w literaturze brak, jak dotąd (z wyjątkiem wczesnej, cytowanej poprzednio repliki J. T. Wilsona) syntetycznie ujętej reakcji na wszystkie dotąd omówione zarzuty, to jednak w licznych pracach rozproszonych można znaleźć odpowiedź na wiele z nich. Nie ulega wątpliwości, że na korzyść nowych teorii przemawia stwierdzenia wielokrotnie w ostatnich kilku latach ich zgodność z faktami uzyskanymi z różnych dziedzin badań geonomicznych. Rozbieżności może wyjaśnić przyszłość. Byłoby dziwne, gdyby przyroda, będąca mechanizmem niezwykle skomplikowanym z ogromną ilością wzajemnie się zalegających i od siebie uzależnionych procesów, stworzyła układy, które idealnie odpowiadałyby założonemu z góry, niemal matematycznemu modelowi tektoniki płyt. Dotyczy to np. układów paleomagnetycznych, procesów sedimentacji, zgodności zarysów bloków kontynentalnych, wreszcie geometrii ruchu płyt, która jest zapewne wypadkową różnych mechanizmów oraz ograniczeń wynikających z ruchów płyt sąsiednich. Ponadto ciągle jeszcze słaby stopień zbadania różnych części Ziemi, zwłaszcza w basenach oceanicznych, a także brak bezpośredniego rozpoznania głębszych części skorupy i płaszcza stwarzają ogromne luki informacyjne. Rzecz w tym, czy wypełnianie tych luk w przyszłości będzie potwierdzać założony model nowej tektoniki globu w tym samym — dość znacznym stopniu, jak to się stało dotychczas. Nie jest poza tym wykluczone, że obok tego modelu istnieją inne procesy o tektonotwórczym znaczeniu (jak np. oceanizacja), które wcale nie muszą się z nim kłócić, lecz w złożonej historii Ziemi mogą odgrywać równorzędną rolę.

Głosy oponentów spełniają swą pozytywną rolę, zmuszając do gruntownego przemyślenia interpretacji i do skoncentrowania badań na tych problemach, które mają najbardziej kluczowy i dyskusyjny charakter. Nie da się zresztą ukryć, że w warunkach eksplozywnego rozwoju literatury mogą wśród tych wielu prac znaleźć się takie, które oparte są na dość dowolnym wnioskowaniu i noszą znamiona pośpiechu i nieprzemyślenia. Są tego świadkami również i sami orędownicy tektoniki płyt. X. Le Pichon ze współautorami (21) piszą, że ich synteza: „...może mieć pewną wartość w okresie, gdy tektoniki płyt często się nadużywa, by usprawiedliwić fantastyczne ekstrapolacje, dokonywane z małą dokładnością i oparte na ubogich danych”. Ogólnie rzecz biorąc opozycja uważana jest za naturalny produkt burzliwego rozwoju neomobilizmu i dowód jego rewolucyjnego znaczenia. Jak słusznie stwierdzają w cytowanej już książce H. Takeuchi ze współautorami (55): „Wszystkie nowe teorie, bez względu na ich wartość, mają jedną cechę wspólną — różnią się od poglądów ogólnie przyjętych w danym czasie. Bardzo łatwo jest zająć wobec nich postawę negatywną i oponować przeciw nowym ideom opierając się na sile ogólnego przekonania”. Słowa te nawiązują oczywiście do wczesnej fazy rozwoju neomobilizmu, gdy „ogólne przekonanie” było jeszcze skierowane przeciw niemu.

LITERATURA

1. Beloussov V. V. — An open letter to J. Tuzo Wilson. *Geotimes*, 1968, vol. 13, no. 10.
2. Beloussov V. V. — Against the hypothesis of ocean-floor spreading. *Tectonophysics*, 1970, vol. 9, no. 6.
3. Beloussov V. V. — Oceanization and isostasy: a reply. *Ibidem*, 1972, vol. 15, no. 4.

4. van Bemmelen R. W. — Kritik zur Plattentektonik. *Geol. en Mijnb.*, 1975, vol. 54, no. 1.
5. Bieleusow W. W., Milanowski E. E. — O tectonice i tektonickim położeniu Islandii. *Biull. Mosk. Obszcz. Isp. Prir., otd. geol.*, 1975, nr 3.
6. Bullard E. C., Everett J. E., Smith A. G. — Fit of continents around Atlantic. A symposium on continental drift. *Roy. Soc. London Phil. Trans. ser. A*, 1965, vol. 258.
7. Cox A. — Geomagnetic reversals. *Science*, 1969, vol. 163.
8. Dietz R. S. — Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. *Nature*, 1961, vol. 190, no. 4779.
9. Dietz R. S. — New global tectonics and „the new geometry”: discussion. *Bull. AAPG*, 1973, vol. 57, no. 12.
10. Dietz R. S., Holden J. C. — Reconstruction of Pangea: breakup and dispersion of continents, Permian to present. *Jour. Geoph. Res.*, 1970, vol. 75, no. 26.
11. Dietz R. S., Holden J. C. — Geophysical illusions of continental drift: discussion. *Bull. AAPG*, 1973, vol. 57, no. 11.
12. Dietz R. S., Holden J. C. — Continents adrift: new orthodoxy or persuasive joker? *Impl. Cont. Drift Earth Sc.*, 1973, vol. 2, Acad. Press.
13. Hallam A. — A revolution in the Earth Sciences. From continental drift to plate tectonics. Clarendon Press, Oxford, 1974.
14. Heirtzler J. R., Dickson G. O., Herron E. M., Pitman III, W. C., Le Pichon X. — Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals and motions of the ocean floor and continents. *Jour. Geoph. Res.*, 1968, 73, no. 6.
15. Hess H. H. — History of ocean basins. *Petrol. Studies. A volume in honor of A. F. Buddington.* *Geol. Soc. Amer.*, 1962.
16. Isacks B., Oliver J., Sykes L. R. — Seismology and the new global tectonics. *Jour. Geoph. Res.*, 1968, vol. 73, no. 18.
17. Jacoby W. R. — Oceanization and isostasy: a discussion. *Tectonophysics*, 1972, vol. 15, no. 4.
18. Jeffreys H. — Creep in the Earth and planets. *Ibidem*, 1972, vol. 13, no. 1-4.
19. Karig D. E., Sharman III, G. F. — Subduction and accretion in trenches. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1975, vol. 86, no. 3.
20. Le Pichon X. — Sea-floor spreading and continental drift. *Jour. Geoph. Res.*, 1968, vol. 73, no. 12.
21. Le Pichon X., Francheteau J., Bonnin J. — Plate tectonics. *Developments in geotectonics*, vol. 6. Elsevier Publ. Comp. 1973.
22. Liustich E. N. — Raszczety dlia tectoniki plit. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1975, t. 221, nr 4.
23. Lyustikh E. N. — Criticism of hypotheses of convection and continental drift. *Royal Astron. Soc. Geoph. Jour.*, 1967, vol. 14.
24. Mackenzie D. B. — „The new global tectonics”: major inconsistencies: discussion. *Bull. AAPG*, 1972, vol. 56, no. 11.
25. Mantura A. J. — Geophysical illusions of continental drift. *Ibidem*, 1972, vol. 56, no. 8.
26. Mantura A. J. — New global tectonics and the „new geometry”. *Ibidem*, 1972, vol. 56, no. 12.
27. McCunn H. J. — Vertical uplift explanation for plate tectonics. *Ibidem*, 1973, vol. 57, no. 9.
28. Mc Elhinny M. W., Burek P. J. — Mesozoic paleomagnetic stratigraphy. *Nature*, 1971, vol. 232, no. 5306.
29. McKenzie D. P., Parker R. L. — The North Pacific: an example of tectonics on a sphere. *Ibidem*, 1967, vol. 216, no. 5122.
30. Meyerhoff A. A. — Continental drift: implications of paleomagnetic studies, meteorology, physical oceanography and climatology. *Jour. Geol.*, 1970, vol. 78, no. 1.
31. Meyerhoff A. A. — Continental drift, II: high-latitude evaporite deposits and geologic history of Arctic and North Atlantic Oceans. *Ibidem*, 1970, vol. 78, no. 4.
32. Meyerhoff A. A., Harding J. L. — Some problems in current concepts of continental drift. *Tectonophysics*, 1971, vol. 12, no. 3.
33. Meyerhoff A. A., Meyerhoff H. A. — „The new global tectonics”: major inconsistencies. *Bull. AAPG*, 1972, vol. 56, no. 2.
34. Meyerhoff A. A., Meyerhoff H. A. — „The new global tectonics”: age of linear magnetic anomalies of ocean basins. *Ibidem*, 1972, vol. 56, no. 2.
35. Meyerhoff A. A., Meyerhoff H. A. — Continental drift, IV: the Caribbean „plate”. *Jour. Geol.*, 1972, vol. 80, no. 1.
36. Meyerhoff A. A., Meyerhoff H. A., Briggs R. S. jr. — Continental drift, V: proposed hypothesis of Earth tectonics. *Ibidem*, 1972, vol. 80, no. 6.
37. Meyerhoff A. A., Teichert C. — Continental drift, III: late paleozoic glacial centers and Devonian-Eocene coal distribution. *Ibidem*, 1971, vol. 79, no. 3.
38. Mills D. E. — „The new global tectonics”: major inconsistencies. Discussion. *Bull. AAPG*, 1972, vol. 56, no. 11.
39. Morgan J. — Rises, trenches, great faults and crustal blocks. *Jour. Geophys. Res.*, 1968, vol. 73, no. 6.
40. Oxburgh E. R. — The plain man's guide to plate tectonics. *Proc. Geol. Ass.*, 1974, vol. 85, part 3.
41. Piper J. D. A. — History and mode of crustal evolution in the Icelandic section of the mid-Atlantic ridge. *Impl. Cont. Drift Earth Sc.*, 1973, vol. 2, Acad. Press.
42. Plate tectonics and geomagnetic reversals (ed. A. Cox). *Freeman and Co.* 1973.
43. Pożaryski W. — Nowa tektonika globu ziemskiego. *Prz. geol.*, 1971, nr 8-9 i 10.
44. Pożaryski W., Brochwicz W. — Rozwój poglądów na zagadnienie teorii tektoniki płyt. *Ibidem*, 1974, nr 10.
45. Riezánov I. A. — Paleomagnetizm i drejfi matierikow. *Sow. Geol.*, 1968, nr 3.
46. Roeder D. H. — Subduction and orogeny. *Jour. Geophys. Res.*, 1973, vol. 78, no. 23.
47. Scharnberger R., Kern E. — Geotectonics creed. *Geotimes*, 1972, vol. 17, no. 1.
48. Scholl D. W., Christiansen M. N., von Huene R., Marlow M. S. — Peru-Chile trench sediment and sea-floor spreading. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1970, vol. 81, no. 5.
49. Smith A. G. — Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic. *Ibidem*, 1971, vol. 82, no. 8.
50. Smith A. G., Hallam A. — The fit of the southern continents. *Nature*, 1970, vol. 225, no. 5228.
51. Sproll W. P., Dietz R. S. — Morphological continental drift fit of Australia and Antarctica. *Ibidem*, 1969, vol. 222, no. 5191.
52. Sullivan W. — Continents in motion. *Mc Graw Hill*, 1974.
53. Sykes L. R. — Mechanism of earthquakes and nature of faulting on the mid-ocean ridges. *Jour. Geophys. Res.*, 1967, vol. 72, no. 7.
54. Szejnman J. M. — Nowa global'na tectonika i dziejstwielnost'. *Bull. Mosk. Obszcz. Isp. Prir., otd. geol.*, 1973-1974, t. 58, wyp. 5 i t. 59, wyp. 1.
55. Takeuchi H., Uyeda S., Kanamori H. — Wędrowka kontynentów (Debate about the Earth). *tłum. J. Müller. PWN, Warszawa*, 1973.
56. Tanner W. F. — Deep-sea trenches and the compression assumption. *Bull. AAPG*, 1973, vol. 57, no. 11.
57. Vine F. J. — Spreading of the ocean floor: new evidence. *Science*, 1966, vol. 154.
58. Vine F. J., Matthews D. H. — Magnetic anomalies over oceanic ridges. *Nature*, 1963, vol. 190, no. 4897.

59. Vine F. J., Wilson J. T. — Magnetic anomalies over a young oceanic ridge off Vancouver Island. *Science*, 1965, vol. 150.
60. Wesson P. S. — Mantle creep: elasticoviscous versus modified Lomnitz law and problems of the „new global tectonics”. *Bull. AAPG*, 1972, vol. 56, no. 11.
61. Wesson P. S. — Objections to continental drift and plate tectonics. *Jour. Geol.*, 1972, vol. 80, no. 2.

62. Wilson J. T. — A new class of faults and their bearing on continental drift. *Nature*, 1965, vol. 207, no. 4995.
63. Wilson J. T. — A revolution in Earth science. *Geotimes*, 1968, vol. 13, no. 10.
64. Wilson J. T. — A reply to V. V. Bieloussov. *Ibidem*, 1968, vol. 13, no. 10.
65. Wunderlich H. G. — Plattentektonik in kritischer Sicht. *Z. deutsch. Geol. Ges.*, 1973, Bd. 124, T. 1.

SUMMARY

This is a review of some selected trends in the historical development of the new global tectonics and their implications. Revolutionary character of this hypothesis as a new paradigm has been claimed by its adherents. It seems to be confirmed by the wide acceptance in the community of the Earth scientists. However, the arguments of the antagonists should also be taken into consideration.

In the first part of the paper the following commonly known basic foundations of the new global tectonics are briefly summarized: sea-floor spreading hypothesis, significance of linear magnetic anomalies fits of continents, time-scale of geomagnetic reversals, concept of transform faults and plate tectonics hypothesis. Then, the principal objections put forward by the opponents to the new ideas are enumerated. These are based mainly upon the works of A. A. Meyerhoff (30—37), R. van Bemmelen (4), J. M. Sheynmann (54), A. Mantura (25, 26), P. Wesson (60, 61), H. G. Wunderlich (65) and V. V. Beloussov (1—3). Some general aspects of these objections and discussions are stressed: controversy between „geophysical” and „geological” points of view, contradictions between global model and regional data, poor correlation between oceanic and continental geology, stacking of hypotheses on tops of other hypotheses, subjective selection of facts supporting the new ideas and rejection of embarrassing ones.

Criticism may be either constructive or destructive. Discussions are often hasty and not complete. Some of principal objections to the new hypotheses have been answered, some others have not. Nevertheless, the views of opponents play their positive role forcing the adherents to justify their arguments thoroughly and focusing the scientific efforts on the most disputable problems. Both the complexity of nature and the scarcity of information on the multifarious processes forming the face of the Earth may be responsible for the divergencies between the first, simplified model and the geological reality. It is quite possible that several other tectogenetic agents, apart from plate tectonics, were being active in the long history of the Earth's evolution.

Second part of this paper, dealing with the implications of plate tectonics, will be published in the next issue.

РЕЗЮМЕ

В статье представлен обзор некоторых направлений в развитии гипотезы новой глобальной тектоники. Революционный характер этой гипотезы, провозглашаемый ее сторонниками, нашел отражение в широких кругах исследователей Земли, в большинстве одобряющих эти взгляды. Однако, следует принимать во внимание и аргументы противников гипотезы.

В первой части статьи дана краткая трактовка общеизвестных основ новой глобальной тектоники: гипотезы растяжения океанического дна (спрединга), роли линейных магнитных аномалий, соответствия очертаний континентов, временной шкалы инверсий магнитного поля, концепции трансформных разломов и др. Далее перечисляются основные возражения, выдвинутые противниками новых взглядов. Они основываются, главным образом, на работах А. А. Мейергоффа (30—37), Р. Ван-Беммелена (4), Ю. М. Шейнманна (54), А. Мантура (25, 26), П. Вессона (60, 61), Х. Г. Вундерлиха (65) и В. В. Белоусова (1—3). Отмечены некоторые общие положения полемики: различия между „геофизической” и „геологической” точками зрения, противоречия между глобальной моделью и региональными данными, слабая корреляция геологии континентов и океанов, построение гипотез на других гипотезах, субъективность в выборе фактов для подтверждения взглядов и пренебрежение неудобными фактами. Критицизм может быть конструктивным или деструктивным. Дискуссии часто бывают поспешными и неполными.

На некоторые возражения против новым гипотезам найден ответ, на другие еще нет. Однако, возражения играют положительную роль, так как заставляют более тщательно обосновывать свои взгляды и привлекают внимание ученых к наиболее спорным проблемам. Несоответствие первой, упрощенной модели с геологической действительностью может возникнуть вследствие очень сложных и всесторонних процессов, моделирующих лик Земли, а также недостатка данных, которыми располагает наука. Вполне допустимо, что в течение длительной эволюции Земли действовали, кроме тектоники плит, и другие тектогенные факторы.

Вторая часть работы, посвященная модификациям тектоники плит, будет опубликована в следующем номере.