

ПРИРОДА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ

Глава 7

ОСНОВНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

ПРОБЛЕМА Атлантиды сложна и многогранна. Но основным стержнем проблемы является установление возможности былого ее существования в Атлантическом океане, причины и даты гибели. Следовательно, изучение проблемы требует в первую очередь привлечения данных современной геологии, а также геофизики, ибо обе эти науки тесно и взаимно связаны. Недаром ныне для комплекса наук о Земле предложен термин *геономия* (В. В. Белоусов). Необходимо, однако, заметить, что в большинстве случаев представители таких наук, как лингвистика, история, этнография и даже археология, выступая с критическими высказываниями касательно Атлантиды, в очень малой степени затрагивают основную, геологическую часть проблемы, в лучшем случае ограничиваясь самыми элементарными сведениями (22, 102). Между тем, чтобы как следует разобраться в проблеме Атлантиды, необходимы довольно основательные геологические и геофизические знания, иначе многое не доходит до понимания. Атлантологу, как и критику атлантологии, необходимо разбираться в таких вопросах, как строение земной коры и природа ее в местах предполагаемого погружения Атлантиды, возраст и особенности горных пород океанического дна и подводных хребтов, их природа и история происхождения и т. п., что невозможно без серьезного ознакомления хотя бы с основными геофизическими и геологическими представлениями, чему и посвящена эта глава. Более того, вследствие существования разных и зачастую противоречивых точек зрения, следует также быть знакомым с основными направлениями научной мысли в областях геологии и геофизики, чтобы иметь возможность критического сопоставления различных взглядов.

Любая концепция геологической истории Земли должна отталкиваться от представлений о происхождении Земли как планеты. Однако в нашу задачу не входит рассмотрение и критика космогонических гипотез о возникновении планет Солнечной системы.

Упомянем только, что разные варианты первичного «горячего» происхождения планет уже не отвечают современному состоянию науки, тем более, что исследованиями советских и зарубежных ученых была доказана невозможность образования планет путем отрыва от Солнца раскаленных масс (292).

О механических свойствах материала земного шара, понимание которых очень важно для суждения о многих вопросах строения и истории Земли, можно судить как по результатам изучения приливных явлений, испытываемых Землей под влиянием притяжения Луны и Солнца, так и по периодическому небольшому перемещению полюсов. Было установлено, что Земля ведет себя как упругое тело с очень большой твердостью и небольшой вязкостью. Для Земли модуль твердости равен $1,5 \cdot 10^{12}$ дин/см² против $0,8-0,9 \cdot 10^{12}$ дин/см² для лучших сортов стали, т. е. что твердость Земли в целом много выше твердости стали. Вязкость Земли тоже очень велика — порядка 10^{19} пауз (напомним, что для вара она порядка 10^{10} пауз, а для льда ледников $1 \cdot 2 \cdot 10^{14}$) (313/5—6). Следовательно, при быстрых и резких нагрузках Земля будет вести себя как очень твердое тело (659). Вязкие же свойства Земли могут обнаруживаться лишь при очень длительных, постепенно действующих нагрузках.

Наиболее важной особенностью Земли как планеты является наличие ряда отдельных оболочек — геосфер, из которых внешней является воздушная оболочка — атмосфера. Совокупность природных вод на поверхности Земли образует водную оболочку — гидросферу, в которую входят все моря и океаны. Твердая часть Земли может быть подразделена на две главные части: внешнюю, тонкую земную кору (литосферу), или слой А, и внутреннюю, толстую оболочку — мантию (или совокупность слоев В, С и D). Еще глубже находится ядро Земли (слой Е).

Сведения о составе верхней части литосферы мы можем получить непосредственным ознакомлением с породами, ее слагающими. Что же касается более глубоких слоев, то данные об их толщине и многих свойствах были получены на основе изучения скоростей распространения сейсмических волн, наблюдаемых как при землетрясениях, так и при искусственных взрывах. Эти волны в зависимости от их природы и характера пород, через которые они проходят, обладают разными скоростями. В основном сейсмические волны состоят из двух групп: продольных (Р) и поперечных (S), причем характерной особенностью последних является их затухаемость в жидкой среде (283/24—26).

Сейсмическое изучение внутреннего строения Земли показало, что земная кора отделена от мантии довольно резкой границей, называемой поверхностью раздела Мохоровичича (по имени югославского ученого, открывшего ее существование), глубже которой скорость распространения продольных волн резко повышается до величины $V_p \geq 8,00$ км/сек. Расположение этой поверхности в разных местах земной коры разное, но всегда не ниже 70—80 км. Верхняя часть мантии, или слой В, простирается до глубин порядка 200—400 км, ниже которых начинается слой С, характеризующийся быстрым подъемом кривых скоростей распространения сейсмических волн и электропроводности. Он продолжается до глубины около 900 км, и с ним связаны очаги самых глубокофокусных землетрясений; слой D простирается до 2900 км. На последней глубине происходит скачкообразное резкое падение скоростей распространения продольных волн и полное затухание поперечных. Это граница ядра Земли (слоя Е), состояние которого, судя по сейсмическим данным, отвечает жидкости. Сейчас начинают опять возвращаться к представлению о железной природе ядра (313/32).

Уточнять мощность земной коры позволяют данные гравиметрии, т. е. сведения об изменениях силы тяжести в разных местах по-

верхности земного шара. Будучи для всего земного шара в среднем более или менее постоянной, сила тяжести несколько изменяется, что зависит от природы и толщины горных пород, залегающих в том или ином месте. В зависимости от того, как влияют на величину силы тяжести близлежащие массы, показания приборов отличаются от условной средней величины в ту или иную сторону, приводя к понятию о так называемых аномалиях силы тяжести, которые могут быть как положительными, так и отрицательными. Полные аномалии силы тяжести (аномалии Фая или аномалии в свободном воздухе) представляют собой непосредственно найденные числовые значения. Но обычно вводят поправку, исключая влияние горных масс хребтов (редукция Буге, или просто аномалия Буге). Чем мощнее хребет, тем поправка больше. Поэтому под мощными горными хребтами аномалии Буге, как правило, отрицательные; они показывают фактический недостаток массы ниже уровня океана, в то время как опытные числовые данные имеют положительные значения. Гравитационные аномалии выражаются в единицах ускорения: миллигалах = $0,001 \text{ м/сек}^2$ (283/9—10; 320/59). На материках аномалии силы тяжести изменяются незначительно (308). В складчатых же поясах преобладают отрицательные аномалии. Положительные аномалии чаще всего встречаются в океанических областях. Для материков аномалии силы тяжести достигают —500 миллигал, в то время как для глубоководных котловин они превышают +400 миллигал. Но и в некоторых местах материков наблюдаются, и притом нередко, небольшие отрицательные аномалии, а иногда и положительные, даже до +100 миллигал (283).

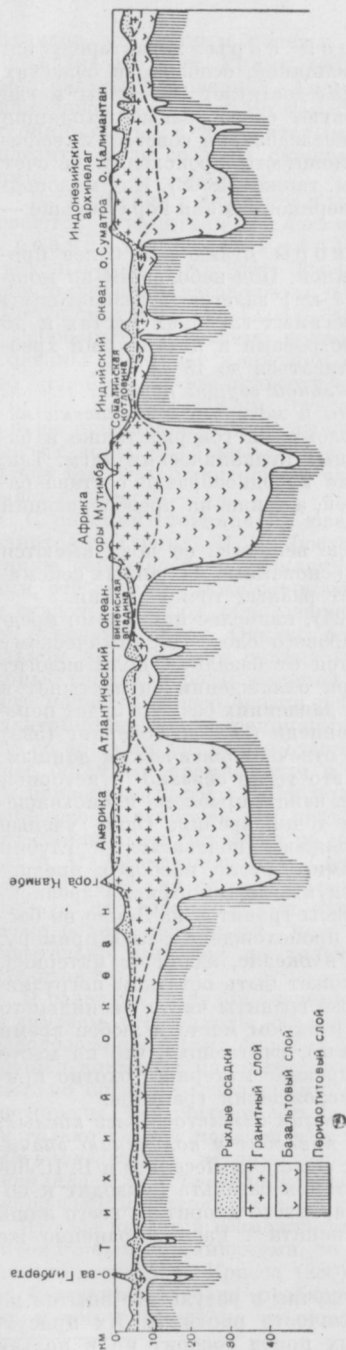
По предложению австрийского геолога Э. Зюсса, верхний осадочно-гранитный слой земной коры вследствие преобладания в нем кремния и алюминия получил название *си аль* (Si + Al). Глубже залегающие породы, имеющие меньшее содержание кремния, но зато больше магния и железа, получили название *сима* (Si + Mg). Определяющим фактором для классификации типичных горных пород по их составу является содержание кремнезема — SiO_2 , ангидрида кремневой кислоты. Породы с наибольшим содержанием кремнезема именуют кислыми, с меньшим — средними, а с наименьшим — основными и ультраосновными (см. табл. 1 в приложениях). Чем больше кислотность горных пород, тем они более легкоплавки. Так, граниты плавятся уже при $750\text{--}850^\circ$, а ультраосновные породы — только при $1400\text{--}1500^\circ$.

Атлантида ныне погружена на дно океана на значительную глубину. Поэтому лишь с помощью сейсмической разведки мы можем иметь приближенное представление о природе глубинных горных пород и их мощности в месте ее погружения.

Однако многие породы, отличающиеся друг от друга, обладают близкими скоростями распространения сейсмических волн. Приводим список важнейших пород, обладающих близкими скоростями; продольные волны удобны тем, что показывают большую численную разницу для разных горных пород.

1. $V_p = 1,5\text{--}2,00 \text{ км/сек}$: неуплотненные осадки и осадочные породы.
2. $V_p = 2,2\text{--}3,0 \text{ км/сек}$: уплотненные осадочные породы (глины, некоторые песчаники, гипс и др.).
3. $V_p = 3,2\text{--}4,5 \text{ км/сек}$: уплотненные осадочные породы (мел, песчаник), метаморфизированные породы (гнейсы, некоторые сланцы), некоторые менее плотные вулканические породы (туфы, брекчи).
4. $V_p = 4,7\text{--}6,0 \text{ км/сек}$: граниты, сиениты, серпентиниты, известняки, сланцы, доломиты, некоторые мраморы.
5. $V_p = 6,5 \pm 0,5 \text{ км/сек}$: базальты, габбро, некоторые доломиты и мраморы.

Следует отметить, что одни и те же породы, но разного происхождения могут иметь существенно отличающиеся скорости. При повышении давления скорости увеличиваются, сначала довольно резко, затем мед-



леннее. Недавние исследования Берча (465), изучавшего изменение скоростей распространения продольных и поперечных волн в зависимости от плотности породы, ее состава и давления, привели к интересным результатам.

Оказалось, что скорости для *сиалических пород* при давлениях выше 1000 кг/см^2 начинают соответствовать скоростям, находимым для базальтов (габбро) при атмосферном давлении: 6,2—6,5 км/сек, т. е. создается впечатление, будто граниты превращаются в базальты, чего, конечно, в действительности нет.

Повышение температуры, по-видимому, понижает скорость распространения сейсмических волн при повышенных давлениях не очень значительно. Так, И. А. Резанов (375, 376) считает, что поправка не превышает 0,1—0,2 км/сек даже для глубины порядка 35 км.

Он резонно полагает, что *земная кора может быть везде сложена одними гранитоидами*, а так называемый «базальтовый» слой следует считать состоящим из габбро и метаморфических пород. К породам же собственно габбро (уплотненным глубинным базальтам) следует относить лишь слои со скоростями распространения продольных волн не менее 6,8—7,0 км/сек. Таким образом, взгляды на природу и состав пород земной коры и подкорового слоя подлежат ныне коренному пересмотру.

Современные геофизические исследования привели к важному заключению, что *земная кора континентов и дна океана по распределению горных пород и по своей толщине существенно различна*. Для континентов наиболее характерны кислые и средние горные породы, а из основных — диабазы, толейты и платобазальты. Для вулканических островов в океанах и излияний на океаническом дне типичны наиболее основные из оливиновых базальтов — океаниты. Ультраосновные породы на поверхности Земли в виде мощных излияний редки, а на дне океанов пока что они вообще неизвестны.

Обобщенный разрез земной коры через континенты и океаны (246).

Разрез дан через Средний Атлантический хребет

Континентальный тип земной коры характеризуется наибольшей сложностью и наибольшей толщиной, особенно в областях молодых горных систем, где толщина коры достигает 75—80 км и где под мощными горными хребтами существуют своеобразные, уходящие вглубь «корни». Как показали последние исследования советских геофизиков (196/16), видимо, это увеличение мощности происходит за счет «базальтового», а не «гранитного» слоя (см. также 448/68). Под малоподвижными равнинными пространствами материков земная кора тоньше — от 15 до 40 км.

Океанический тип земной коры отличается более простым строением и гораздо меньшей толщиной. Под небольшим по мощности слоем осадков (в среднем порядка 1 км) залегают «базальтовые» породы небольшой мощности — до 5 км в самых глубоких местах и до 10 км в более мелких областях. Но под островами и подводными хребтами толщина земной коры может увеличиваться до 15—20 км.

Есть основания полагать, что *универсальной горной породой земной коры подстилающей как океанические, так и материковые участки являются базальты*. В пользу такого предположения говорит также и базальтовая природа большинства современных вулканических магм. Так, В. В. Белоусов (196/7) обращает внимание на однообразие состава базальтов разных возрастов и разных областей, а также на преобладающий объем базальтовых излияний.

Что же касается мантии, то о природе вещества ее пока имеются лишь более или менее вероятные догадки, основанные на данных сейсмического зондирования, причем существуют разные точки зрения.

Как заключает В. А. Магницкий (313/24), наиболее приемлемо предположение об эклогитовом составе подкорового слоя. По химическому составу эклогит практически не отличается от базальта. Если эклогит расплавить, то при низких давлениях при охлаждении он застынет в базальт или габбро. Наоборот, при высоких давлениях базальт будет переходить в эклогит. В. В. Белоусов (196), Кеннеди (268) и Ловринг (599) считают, что эклогитовая гипотеза лучше отвечает физическим данным.

Для понимания генезиса океанов (а это тесно связано с историей возникновения и гибели Атлантиды) очень важна проблема происхождения гранитов. Ныне имеются две разные точки зрения. Одни ученые считают, что граниты непрерывно продолжают подаваться с глубин Земли, т. е. что они являются ювенильными. Другие, наоборот, предполагают, что граниты — это вторичные продукты метаморфизма древнейших осадочных пород. В таком случае запасы гранитов на Земле не бесконечны. Если граниты метаморфического происхождения, то, к примеру, нахождение их на каком-нибудь острове в океане, вдали от материка, приводит к предположению, что остров может быть остатком погрузившегося и раздробленного материка. Если же граниты чисто ювенильного происхождения, то они могут возникать в любом месте в любое время и в любых количествах. Вот почему ученые, считающие, что на месте океанов никогда не могли существовать древние материка, охотно придерживаются гипотезы ювенильного происхождения гранитов.

Следует отметить, что даже *кристаллизация базальтов более кислых, чем предполагаемое вещество мантии, не приводит к получению значительных количеств гранитов*. Опыты Ф. Ю. Левинсон-Лессинга и В. Н. Лодочникова (294) показали, что кристаллизация базальта приводит к получению 80% габбро, 10% диорита, 5% кварцевого диорита и всего лишь 5% основной разновидности гранита — сиенита*. Распространение же

* Кажется, что никто еще пока не получил в результате опытов по кристаллизации базальтов ощутимых количеств риолитов. Их присутствие среди изверженных более основных пород говорит не в пользу образования риолитов в результате дифференциации.

гранитов, по данным полевых геологических наблюдений, также подтверждает это. Так, Уотерс (408/741) указывает, что там, где толейитовые базальты Северной Америки были дифференцированы, они не дали даже андезитов. Но так как андезиты здесь существуют и тесно ассоциированы с толейитовыми базальтами, то отсюда следует, что андезиты были созданы смещением базальтов с более кислыми породами.

Затруднения с вопросом о гранитах, как нам кажется, лучше преодолеваются принятием гипотезы об образовании гранитов в результате метаморфизации древнейших осадочных пород (185, 285). Эта гипотеза способна также справиться с происхождением загадочного преобладания в гранитах радиоэлементов (320/66; см. также 414; 422/18—20).

Любопытные расчеты приводит Кайе (483). Он сообщает, что ныне в океаны поступает в среднем около 13 км^3 твердых материалов в год, что должно было бы привести к образованию толщи осадков, начиная с кембрия, не менее 18 км. Эта величина в любом случае значительно меньше суммарной толщи океанических осадков (0—2 км) и подстилающей их коры (4—5 км). Такое несоответствие может быть объяснено только тем, что значительная часть осадков метаморфизуется, превращаясь в граниты.

С позиций сторонников ювенильного и возрастающего поступления гранитов выступили Е. Н. Люстих и А. Я. Салтыковский (310). Отвергая всякую вероятность ассимиляции древнейшего гранитного слоя базальтами, эти авторы также отрицают возможность происхождения гранитов из осадочных пород, образовавшихся вследствие эрозии древнейших более основных пород. Однако все соображения этих авторов при тщательном рассмотрении оказываются недостаточно убедительными. Первичные горные породы внешней поверхности Земли, несомненно прежде всего подвергавшиеся эрозии разного рода, были продуктами первичной гравитационной дифференциации пылевого вещества планеты. По сравнению со средним составом метеоритного вещества они должны были быть более богатыми кремнеземом и другими более легкими компонентами. Эти первичные породы были полностью эродированы и переработаны за несколько миллиардов лет первоначальной истории Земли (общий возраст Земли ныне считается не менее пяти миллиардов лет). Как указывает А. П. Виноградов (320; 2 изд./49), *средний состав осадочных пород отвечает среднему составу смеси из двух частей гранита и одной части базальта*. Это говорит о том, что первоначальное вещество было значительно более «основным», чем современные граниты, однако будучи значительно «кислее» не только современных базальтов, но даже и андезитов*.

В развитие взглядов академика В. И. Вернадского (320; 2-е изд./109) мы считаем, что *граниты Земли представляют собой в сущности продукт преобразования былых биосфер*. Академик В. И. Вернадский (216) также обратил внимание на то обстоятельство, что илы Тихого океана исключительно богаты радиоэлементами, больше, чем граниты и прочие горные породы. Мы считаем весьма вероятным, что *на заре истории Земли, как только на ней появилась самая примитивная жизнь, могли существовать организмы, которые избирательно поглощали радиоэлементы и накапливали их в древнейших осадочных породах, из которых путем метаморфизации и переплавления потом произошли граниты*.

Что же касается возможности избирательного поглощения радиоэлементов живыми организмами, то по этому поводу примечательна прежде всего гипотеза А. Е. Крисса (280) о том, что пурпурные анаэробные серные бактерии получают необходимую для их жизнедеятельности энергию путем поглощения радиоэлементов. В настоящее время имеется

* См. примечание редактора № 1 в конце книги.

много фактов, свидетельствующих об избирательном и повышенном поглощении живыми организмами радиоэлементов (279, 371, 409). Наконец, примечательны хорошо известные факты несколько повышенной радиоактивности многих буровых вод, сопровождающих нефть.

М. С. Точилин (400/30) обращает внимание на то, что в прошлом атмосфера Земли безусловно была очень бедна кислородом и что значительную роль играли кислые продукты вулканических извержений. В согласии с этим мы предполагаем, что в самые ранние периоды жизни Земли, когда она была покрыта неглубокими морями и еще не имела в атмосфере кислорода, выделявшиеся из недр кислые газы (сернистый и углекислый газы, хлористый водород и др.), растворяясь в этих морях, реагировали с первичными горными породами, образуя растворимые в воде галоидные и бикарбонатные соли и коллоидную кремнекислоту. В последующем возникают первые микроорганизмы, анаэробы, еще не способные к фотосинтезу. Необходимая для жизнедеятельности энергия получалась этими организмами в результате избирательного поглощения ими радиоэлементов. При отмирании этих организмов их остатки, падавшие на дно морей, оказывались обогащенными радиоэлементами. Некоторые организмы использовали коллоидную кремнекислоту и для построения своих оболочек. Так, по нашему мнению, происходило образование древнейших осадочных пород, богатых кремнеземом и радиоэлементами. Последующая метаморфизация этих пород, приведшая к их расплавлению и кристаллизации, дала граниты. Близкие к нашим соображениям недавно высказал Кеннеди (268/171). Косвенным подтверждением нашей гипотезы можно считать обнаружение залежей нефти на глубине многих километров, когда нефть происходит из слоев непосредственно подстилаемых гранитами или, как предполагают, даже из трещин в этих гранитах. Примером может служить кембрийская нефть Сибири.

Теперь перейдем к рассмотрению морских осадков, из которых впоследствии образовалась главная масса осадочных пород. Морские осадки по их происхождению можно подразделить на две большие группы: осадки, генезис которых в той или иной мере связан с эрозией горных пород суши (терригенные осадки), и осадки, возникшие в результате жизнедеятельности организмов, либо некогда живших, либо и поныне живущих в морской воде (биогенные осадки).

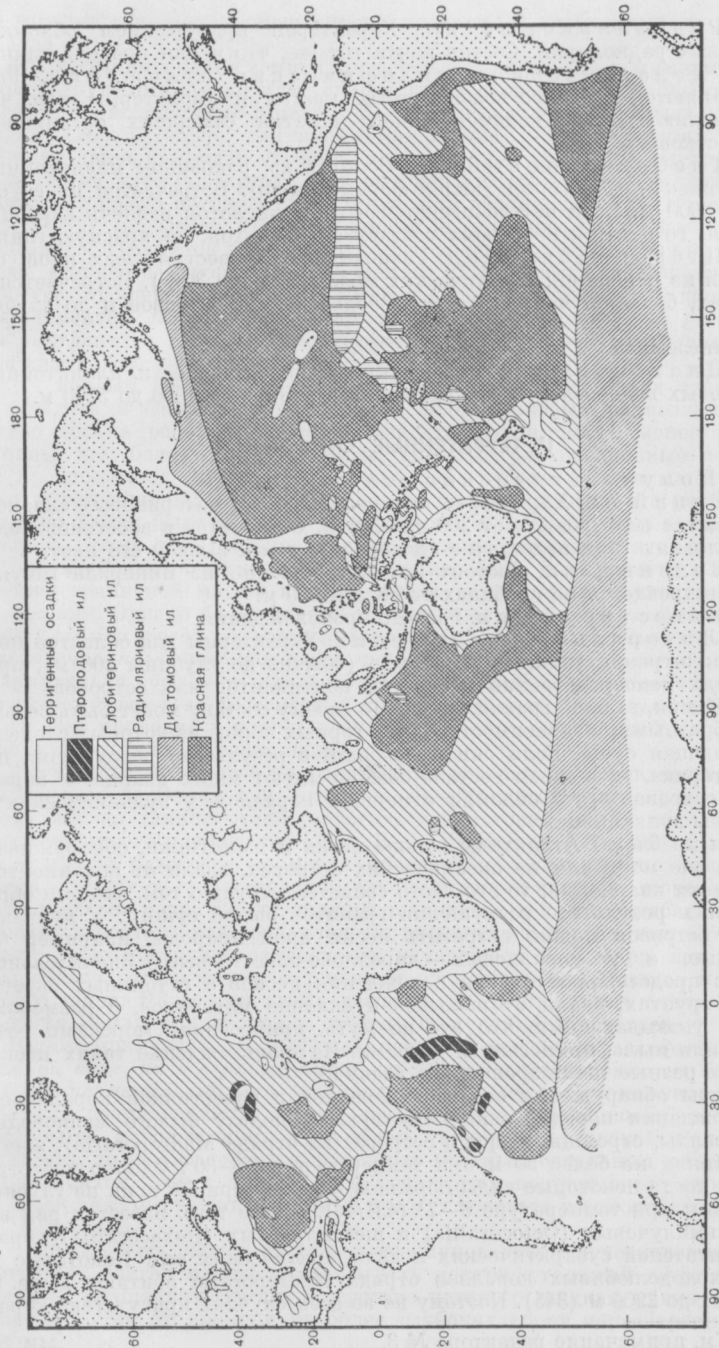
В пределах литорали, т. е. пляжа (штранда) и шельфа (0—200 м глубины), а также на материковом склоне (и дне) обитают представители бентоса, сама же толща морских вод населяет планктон; вдали от берегов живут пелагические организмы. По местонахождению морские осадки ныне принято подразделять на: а) неритовые (для шельфа), б) батинальные (для материкового склона) и в) абиссальные (для ложа океана)*. Попытки создать единую классификацию морских осадков, включающую как морфологические, так и генетические особенности, пока еще не увенчались успехом. Поэтому мы будем пользоваться описательной классификацией Мёррея (269/155—181; 326/121—127).

І. ПЕЛАГИЧЕСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

А. Пелагические абиссальные отложения. Распространены в самых глубоких частях океанов (в абиссальных областях).

1. Красная глина. Глинистый ил коричневого цвета; встречается на глубинах от 4800 м и выше. Содержит до 57% двуоксида кремния и очень бедна карбонатом кальция, может быть, вследствие выщелачивания его в глубоководных условиях. С красной глиной связаны глубоководные железомарганцевые конкреции, иногда образующиеся также вокруг остатков организмов.

* См. примечание редактора № 2.



Распределение разных типов пелагических осадков на дне Мирового океана
 (по карте из книги «Океаны» Свердруп, Джонсона и Флеминга)

2. Радиоляриевый ил. Характерен присутствием обломков кремневых радиолярий. Состав почти тот же, что и для красной глины.

Б. Пелагические эпилофические отложения. Распространяются на более возвышенных местах и характерны тем, что представляют собой неизменившиеся остатки отмерших организмов.

а) известковые:

3. Глобигериновый ил. Состоит из раковин планктонных корненожек — глобигерин (видов фораминифер). Встречается на глубинах до 6000 м. Если из глобигеринового ила кислотой извлечь карбонат кальция, то остаток по своему составу очень похож на красную глину.

4. Птероподовый ил. Разновидность известняковых илов, состоящая из раковин пелагических моллюсков (до 30%). Встречается в тропиках, большей частью на мелководье вокруг островов и до глубин 3000 м.

б) кремнеземные:

5. Диатомовый ил. Продукт жизнедеятельности планктонных диатомовых водорослей. Встречается на глубинах от 1000 до 5700 м.

II. ТЕРРИГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

В. Полупелагические отложения.

6. Синий ил. Характерен для мелководья и материковых склонов. Встречается на глубинах от 200 до 5200 м. Образуется в восстановительных условиях (при недостатке кислорода), чем и вызван его цвет.

7. Зеленый ил. Состоит преимущественно из минерала глауконита и встречается на глубинах от 200 до 1000 м.

8. Известковый ил. Разного происхождения.

Г. Литоральные отложения. Характерны для областей мелководья: шхтанда (пляжа) и шельфа (обычно до глубины 200 м), прилегающих непосредственно к берегам континентов или островов.

9. Камни, гальки, гравий, песок. По своему составу могут быть весьма разнообразными, в зависимости от тех горных пород, из которых сложена прилегающая суша. Если они произошли в результате разрушения пород материка, то в своем составе обычно имеют много кварца. У коралловых островов — это обломки отмерших кораллов, у вулканических — продукты вулканизма.

Для проблемы Атлантиды важны пески и известняки, обнаруживаемые на дне моря или на океанических островах, вдали от континентов. Если пески кварцевые, то это часто свидетельствует о том, что они образовались в результате разрушения гранитов былой суши*. У вулканических островов можно встретить пески иной природы, например базальтовые, а у коралловых — кораллово-известковые. Значительный интерес представляют случаи нахождения песков в глубинных океанических грунтах, вдали от шельфов и склонов материков, с размерами частиц, указывающими, что это не мусть, принесенная морскими течениями или пыль, принесенная ветрами. На происхождение таких песков имеются разные точки зрения (см. главу 9).

Факты обнаружения остатков кораллов и известняков кораллового происхождения нередко свидетельствуют в пользу былого мелководья, ибо кораллы, строящие рифы и острова (из отряда *Madreporaria*), живут на глубинах не более 50 м при температурах 18—30°. Однако известны случаи, когда некоторые виды кораллов обитают при 69° с. ш. на глубине 350—500 м при температуре 6—7° (431/44). Кроме того, известен ряд видов восьмилучевых (*Octocorallia*) и шестилучевых (*Hexacorallia*) кораллов, обитателей субарктических и даже арктических вод. Некоторые из таких холодолюбивых кораллов отряда *Madreporaria* обитают даже на глубинах до 2200 м (345). Поэтому не во всех случаях присутствие корал-

* См. примечание редактора № 3.

лов говорит в пользу происшедшего опускания — необходимо знать вид коралла.

Процессы опускания земной коры, столь важные для понимания причины погружения Атлантиды, скорее всего связаны с тепловыми процессами, происходящими в недрах Земли, о чем подробнее будет сказано дальше. Следовательно, для понимания процессов, вызывающих тектонические движения, следует знать причину происхождения внутреннего тепла Земли и те показатели, которые характеризуют земное тепло: величину теплового потока и геотермического градиента. В. А. Магницкий (313/11—12) указывает, что источниками внутреннего тепла Земли предполагались: 1) остаток первичного тепла, захваченного от Солнца, по гипотезе «горячего» происхождения Земли; 2) процессы дифференциации вещества; 3) энергия вращения Земли и 4) энергия распада радиоактивных элементов. *Ныне одной из главных причин непрерывной регенерации внутреннего тепла Земли считаются процессы радиоактивного распада урана, тория и калия.*

На первый взгляд кажется, что в более глубоких слоях следовало бы ожидать и большей концентрации более тяжелых радиоэлементов. Однако весьма распространенные базальты раз в шесть менее радиоактивны, чем более легкие граниты; тяжелые ультраосновные породы, как предполагают, характерные для более глубоких слоев мантии, — в десятки раз меньше! А если исходить из предположения, что первичное вещество Земли было сходным с метеоритным, то разница делается еще большей. Кроме того, повышенное содержание радиоэлементов в гранитах при их большей легкоплавкости должно было бы привести к преобладанию гранитной магмы и в продуктах современных вулканических извержений. Однако большинство современных вулканов извергает лавы основного или среднего состава (базальты, андезиты). Никакие гипотезы ювенильного происхождения гранитов не способны более или менее вразумительно объяснить преобладание в них радиоэлементов и преимущественно базальтово-андезитовый характер современной вулканической магмы. Это приводит к представлению, что запасы гранитной магмы вообще всегда были ограниченными.

Значительный интерес для понимания истории представляет вопрос: охлаждается ли Земля или, наоборот, разогревается. Часть ученых полагает, что на данном этапе геологической истории Земля находится в стадии теплового равновесия (187). Е. А. Любимова (305, 306) полагает, что процессы разогрева не могли привести к расплавлению Земли на ранних стадиях ее существования, кроме внешней части железного ядра. Глубже 500 км недра Земли должны находиться в почти адиабатических условиях и поэтому разогреваются. Во внешних же частях, выше 500 км, должно было наступить охлаждение, начавшееся 1—2 млрд. лет назад. Зоны очагов расплавления с течением времени переместились в глубь земного шара. На основе своих расчетов Е. А. Любимова считает, что эволюция Земли направлена в сторону постепенного разогрева.

Весьма примечательно, что современными методами исследований ни в земной коре, ни в верхних слоях мантии с достоверностью не был обнаружен непрерывный слой расплавленной магмы*. Несомненное существование расплавленной магмы, доказываемое вулканизмом, а также некоторыми наблюдениями (например, в зоне Ключевской Сопки на Камчатке), ныне объясняется наличием местных отдельных очагов, не сообщающихся друг с другом и не создающих непрерывного слоя. Такие очаги не существуют постоянно и могут исчезать или возобновляться.

* Может быть, какую-то роль в возникновении и исчезновении вулканических очагов магмы может играть центрифугальный эффект, вызываемый вращением Земли, вследствие которого жидкая магма выдавливается время от времени из более глубоких слоев через трещины и разломы.

Происхождение их неясно. С другой стороны, известны факты одновременного действия ряда андийских вулканов, расположенных на сотни километров друг от друга. Причина и распространение местного вулканизма пока что являются одним из наиболее темных вопросов геологии. В. И. Баранов и А. С. Сердюкова (187) пишут: «Продукты вулканизма по содержанию радиоактивных элементов сходны с обычными горными породами, вулканические газы не содержат повышенного количества гелия. Все это свидетельствует о том, что запасы расплавленной лавы образуются не за счет аномально высокой радиоактивности вулканических пород». Может быть, источником тепла служат иные процессы, чем энергия радиоактивного распада, например теплота от приливного трения, как предполагает П. П. Изотов.

Не исключено, что известную роль в возникновении очагов расплавленной магмы играет различие в теплопроводности слоев из тех или иных горных пород, даже при условии сравнительно небольшого содержания радиоэлементов, такого, как в основных и ультраосновных породах. К этому выводу приходит А. А. Смыслов (390). Он делает расчеты, на основе которых устанавливает возможность возникновения очагов расплавленной магмы на разных глубинах от поверхности Земли в зависимости от природы и мощности пород, находящихся над очагом. Важнейший из выводов говорит об очень большой роли осадочных пород, служащих вследствие своей малой теплопроводности своеобразным тепловым экраном, задерживающим тепло, которое идет из более глубоких слоев.

Эти соображения представляют значительный интерес для понимания возможности возникновения очагов расплавленной магмы в океанических областях, когда на дне океана накопится слой осадочных пород значительной толщины.

С другой стороны, может быть, что в верхней части оболочки на глубине между 100 и 700 км действительно существует слой более или менее полного расплавления, к какому выводу приходит Е. А. Любимова (305). Несколько выше помещает этот слой В. В. Белоусов (196/18): «Весьма правдоподобно предположение, что этот слой возможного плавления имеет отношение к слою пониженных скоростей распространения сейсмических волн, расположенному на глубине 100—250 км».

Теперь перейдем к вопросу о тепловом потоке, т. е. суммарном количестве тепла, поступающего из недр Земли к ее поверхности, и геотермическом градиенте, т. е. о ходе изменения температуры с глубиной. Оба эти показателя интересны для проблемы Атлантиды так как позволяют, например, связать с ними вероятность проплавления морского дна, которое должно сопровождать опускания, о чем подробнее будет сказано в следующей главе.

Тепловой поток выражается в $K \cdot 10$ кал/см² сек, где $K = 0,1 - 8,0$. Наибольшие числовые значения теплового потока приурочены к океаническим областям, особенно к некоторым подводным хребтам: Срединному Атлантическому (с ним связывается положение Атлантиды) и Восточно-Тихоокеанскому на котором расположен остров Пасхи (205/122; 673/213).

Что же касается геотермического градиента, то он наименьший для материков (80—150 м/градус), а наибольший для океанических областей (10—40 м/градус) (390). Более того, в Индийском океане, между Кокосовыми островами и островом Рождества, геотермический градиент оказался равен 4 м/градус, как вблизи вулканов и сольфатар! (257/15). Таким образом, в ряде мест океанов, несмотря на интенсивное охлаждение от вод его, существует значительная подача тепла, превосходящая такую же для континентальных областей. Причина этого неясна. Отметим, что неуплотненные морские осадки по своим термическим свойствам скорее ближе к воде, чем к твердой фазе (643).

Хесс (422/25) высказал предположение, что одной из причин повышения температуры дна океанических областей может являться процесс

серпентинизации оливиновых базальтов. Образование серпентина из оливина является обратимой реакцией, протекающей приблизительно так:
 $\text{оливин} + \text{вода} \rightleftharpoons \text{серпентин} + 100 \text{ кал/г}$ (558).

Если бы вода из недр Земли поступала постепенно, то часть оболочки, лежащая выше изотермы 500° , подверглась бы реакции, идущей слева направо, и серпентинизация привела бы к повышению температуры.

Переходим теперь к рассмотрению причин, могущих вызвать тектонические движения. Основными силами, действующими на земном шаре и производящими важнейшие изменения как строения, так и поверхности Земли, являются: 1) центростремительная сила, т. е. сила гравитации; 2) центробежная сила, связанная с вращением Земли; 3) силы термического сжатия и расширения. Разные гипотезы связывали возникновение тектонических движений с одной или несколькими из этих сил.

Прежде всего следует сказать о гипотезах, которые ставят тектонические движения в связь с вращением Земли как планеты.

Есть основания предполагать, что изучение процессов, связанных с вращением Земли, может помочь понять некоторые особенности строения земной коры, как-то: преимущественное преобладание материковых масс в северном полушарии, а океанических — в южном, S-образный изгиб многих планетарных деталей, расположение наибольших планетарных горных систем и др.

Еще в 1912 г. Веронне, а за ним Апфель, исходя из того, что силы притяжения между Луной и Землей должны производить напряжения в земной коре, направленные параллельно меридианам, утверждали, что именно процессия и приливы являются причинами тектонических движений. Те параллели, по которым должны преимущественно происходить тектонические движения, по предложению советского астронома Н. И. Идельсона, были названы критическими параллелями. Эта идея была математически обоснована М. В. Стывасом в 1951 г. Но наряду с критическими параллелями на земном эллипсоиде также отмечены и критические меридианы, что было доказано Г. Н. Каттерфельдом (227/120; 303). Критическими параллелями являются $\pm 35^\circ$, $\pm 62^\circ$ и $\pm 71^\circ$, а критическими меридианами — 60° в. д. 120° з. д. и 150° в. д. 30° з. д.

Более подробно гипотеза критических параллелей и меридианов и вытекающие из нее следствия изложены в труде Г. Н. Каттерфельда (267). Со своей стороны отметим, что этой гипотезой довольно хорошо объясняются некоторые морфологические особенности нашей планеты как вращающегося тела. Но гипотеза говорит скорее о направленности, чем о причинах тектонических движений*.

Несколько особняком стоит гипотеза, предложенная Г. Д. Хизанашвили (423), для объяснения целого ряда моментов и особенностей геологической истории Земли. Исходя из бесспорного положения, что ось вращения Земли должна обязательно совпадать с осью максимального момента инерции, он указывает, что если на земной поверхности или в земной коре произойдут смещения масс, то изменится положение оси момента инерции**.

Следовательно, гипотеза Г. Д. Хизанашвили постулирует скольжение земной коры, как независимого тела, по поверхности мантии. Он резонно полагает, что вследствие различия величин радиусов осей земного эллипсоида (разница 21,5 км), в случае передвижения полюсов, вслед за ними должен существенно изменяться и уровень Мирового океана. Максимальные изменения должны происходить на широтах $40-45^\circ$. В областях, к которым полюсы будут приближаться, наступит регрессия, а от которых они удалятся — трансгрессия. Он подчеркивает, что для этого

* См. примечание редактора № 4.

** См. примечание редактора № 5.

вполне достаточно допустить величину миграций полюсов всего лишь в несколько градусов.

Вообще гипотеза Г. Д. Хизанашвили хотя и подкупает своей простотой, но не свободна от многих недостатков.

Взгляды Г. Д. Хизанашвили интересны еще и тем, что они учитывают возможность самостоятельных движений литосферы и гидросферы вне зависимости от движений, происходящих в мантии. По этому поводу В. А. Магницкий (313/37) пишет: «Если же признать перемещение коры как целого, то легко представить, что при этом в ней могли возникать разного рода деформации и расколы, сопровождающиеся относительными горизонтальными подвижками ее частей».

Все предложенные и общепринятые гипотезы для объяснения возможных причин тектогенеза и вообще тектонических движений и связанные с процессами саморазвития вещества Земли, без привлечения космических и астрономических факторов, могут быть сведены к следующим основным принципам: дифференциации вещества, изостазии, конвекции, контракции и расширения.

1. Гравитационная дифференциация представляет собой процесс всплывания более легких и опускания более тяжелых по удельному весу составных частей первичного субстрата, разделяющегося при этом по химическому составу на части. С гравитационной дифференциацией тесно связана кристаллизационная дифференциация, т. е. выделение отдельных минералов магмы в процессе ее остывания. Как можно судить, в большинстве случаев оба типа дифференциации сосуществуют.

По поводу кристаллизационной дифференциации Вегман (214/208) пишет: «Основные минералы в виде дождя кристаллов опускаются на глубину и образуют основные и ультраосновные породы; кислые составные части скапливаются под кровлей. Поскольку принимается, что большая часть магмы поднялась в виде жидких расплавов, то раскристаллизованные фазы должны снова расплавиться. При этом остается не совсем ясным, каким образом основные массы, скопившиеся на глубине, проникают или выжимаются через слой кислых продуктов дифференциации, собравшихся под кровлей. Во всяком случае, этот вопрос никогда не освещается, хотя время от времени он и ставится. Эти резервуары магмы рассматривают большей частью как ювенильные. Таким образом, они должны были образоваться в догеологическое время истории Земли. Однако геофизикой их существование до сих пор не доказано. Хотя Земля и состарилась, все же подобные подкоровые озера магмы где-нибудь должны были еще остаться, если они вообще существовали». Как утверждает Г. Н. Каттерфельд (267/23): «...сама мысль о геохимической дифференциации вещества нашей планеты в жидком состоянии ошибочна».

2. Изостазия — это зависимость между толщиной сиала и высотой земной поверхности. Чем толще глыба сиала, тем выше ее поверхность и тем глубже опущено ее основание. Глыбы сиала как бы уподобляются айсбергам, плавающим в море, т. е. более легкие глыбы сиала плавают на более плотном симатическом субстрате. Понятие об изостазии было потом вообще распространено на любые породы земной коры.

3. Конвекция связана с предложением о существовании в оболочке Земли своеобразных конвекционных течений, поднимающих к поверхности Земли более нагретое вещество внутренних слоев.

4. Контракция — это образование складок на поверхности Земли вследствие уменьшения ее радиуса при сжатии. Складки образуются наподобие морщин на поверхности высыхающего яблока. В самое последнее время начинают появляться альтернативные гипотезы — расширения Земли. Для обоих случаев причинами являются термические силы.

На основании всего того, что мы пока знаем, как в пределах земной коры, так и большей части мантии, невозможны ни гравитационная диф-

ференциация, ни изостазия. Малез (605) резонно полагает, что любые движения в мантии, конвекционные или изостатические, если геофизические данные верны, не представляются возможными. Такие движения в столь плотных и твердых слоях быстро затухали бы вследствие огромного внутреннего трения.

Что же касается принципа изостазии как такового, то внимательный анализ всех данных убеждает, что *изостазия может иметь место (да и то не полностью) только для всей земной коры в целом или для очень больших участков ее*. Е. Н. Люстих (308) указывает, что все значительные отклонения от изостазии, ныне известные во многих местах, вызваны тектоническими движениями. *Изостатические силы сами по себе не являются причиной тектонических движений, а только их результатом*: они или лимитируют их амплитуду, или фиксируют уровень, на котором эти движения затухают. В другой своей работе Е. Н. Люстих (309) говорит, что Перрен показал невозможность изостатического плавления сиала по сима по той простой причине, что сиаль плавится при более низкой температуре, чем сима (см. также 323/643; 685).

В. А. Магницкий дает развернутую критику конвекционных гипотез. Он пишет (313/36): «Наличие системы конвекционных потоков под корой должно было привести к тому, что над восходящими потоками тепловой поток должен был быть больше, чем над нисходящими частями течений; таким образом, вся поверхность Земли должна была бы быть покрыта системой ячеек с повышенными и пониженными тепловыми потоками соответственно размерам и размещению конвекционных течений. Однако современные данные пока не дают указаний на такой характер размещения теплового потока, поступающего из недр Земли, и далее: *«Наконец, совершенно не ясна сама основа гипотезы — существование конвекции; как она согласуется с огромным модулем твердости оболочки, с ее явным разделением на несколько слоев?»* [подчеркнуто нами.— Н. Ж.]. Конвекции в настоящее время нет, заключает и Е. А. Любимова (600).

В. А. Магницкий (313/34) пишет, что контракционная гипотеза не объясняет происхождения двух типов земной коры, не отвечает представлению о твердой оболочке Земли. Также не объясняется процесс обрушения материков и образование океанов. Контракционная гипотеза возникла из отвергнутого современной наукой представления о том, что в прошлом Земля находилась в расплавленном состоянии. Если же Земля действительно проходила стадию расплавления, то тогда ее затвердевание должно было идти не сверху вниз, а снизу вверх, так как вниз опускались бы более тяжелые и более тугоплавкие породы.

Следует отметить, что контракционная гипотеза до сих пор имеет большое число последователей, ибо она все же лучше других гипотез объясняет происхождение мощных сил, способных сжимать земную кору. Ее сторонниками были Бухер (210), Ирдли (264/401), Лэндес (585). Эльзассер, как и Умброве, полагает, что на современной стадии наших знаний мы не можем возражать против гипотезы сокращения размеров Земли. Другой вопрос — чем и какими причинами вызывается такое сокращение, а также в каких зонах земного шара происходит контракция (210/444; 570). По поводу контракции канадский геофизик Д. Т. Вильсон (217) пишет: «Мы можем представить себе, что центральные области Земли нагреваются и расширяются, а внешние могут либо охлаждаться, либо нагреваться, все равно поверхность Земли будет сжиматься из-за выбрасывания вулканической материи. Таким образом, мы предполагаем, что независимо от того, охлаждается Земля или нет, она сжимается вследствие вулканической деятельности».

В самые последние годы начинает пользоваться особой популярностью гипотеза расширяющейся Земли.

Идея расширяющейся Земли разрабатывалась учеными как за рубежом, так и в СССР. Некоторые ученые постулируют слабое расширение (Вильсон, Дикке, М. Юинг), другие же предполагают сильное расширение

ние (В. Б. Нейман, Фишер, Хейзен, Эдьед). Сторонники последнего варианта считают, например, что первоначально радиус Земли был равен всего лишь половине или даже трети современного и что плотность ее достигала 35 г/см³! Сторонники гипотезы отрицают как представление о разрастании материков, так и о разрастании океанов (341; 418; 447; 552). Более подробно гипотеза расширяющейся Земли освещена в работе В. Б. Неймана (341).

В своей критике гипотезы расширяющейся Земли Ю. М. Шейнман (722) указывает, что эта гипотеза, объясняя некоторые особенности строения Земли, в свою очередь вызывает множество других вопросов, не получающих разрешения в свете данной гипотезы. К тому же астрономические данные о торможении скорости вращения Земли приливами приводят к противоположному заключению — Земля сжимается, и величина такого сжатия около 4,5 см в столетие (Н. Н. Парийский). На некоторые явные недостатки гипотезы, требующей дополнительного поступления вещества из космоса, указывает и сам сторонник ее, В. Б. Нейман (341/66). Бек (458), критикуя эти гипотезы, указывает, что увеличение радиуса Земли за всю ее геологическую историю не могло превышать 100 км. Увеличение же радиуса на 1000 км и более было бы возможным только в том случае, если бы первичная Земля имела бы постоянную, равномерную плотность или если бы плотность возрастала с уменьшением глубины (т. е. обратно тому, что имеется в действительности), а момент инерции в прошлом был бы в 30—50 раз меньше; все такие допущения физически невероятны.

Однако вообще представление о расширяющейся (в разумных пределах) Земле нельзя считать абсурдным, если подходить к нему с позиций о разогревающейся внутренности Земли, о чем пишет В. В. Белоусов (196/12): «Последние [глубинные разломы] могут быть связаны с расширением недр земного шара под влиянием радиоактивного разогрева и с вызываемыми этим расширением и растрескиванием верхних слоев Земли». *Скорее всего в жизни Земли равноправную роль играют как процессы контракции, так и расширения.* Какие же из них преобладают сейчас и какие в прошлом — пока установить затруднительно.

Среди атлантологов в последнее десятилетие особой популярностью пользовался один из вариантов контракционной гипотезы — так называемая *контракционная гипотеза*, впервые предложенная более 25 лет назад шведским биогеографом Однером (625—628), а в последствии примененная к проблеме Атлантиды Малезом (605). Эта гипотеза для своего времени достаточно просто и удовлетворительно объясняла многие явления, почему дань увлечения ею испытал и автор настоящей книги (130).

Вкратце сущность гипотезы заключается в следующем. По представлениям Однера — Малеза, причиной очень многих тектонических движений являются процессы термического расширения и сжатия, происходящие главным образом в земной коре, как наиболее далекой от условий теплового равновесия и поэтому зависящей от температурных условий, существующих в атмосфере, гидросфере и в коре. Таким образом, слои земной коры уподобляются своду, на который в основном и должна падать нагрузка напряжений, возникающих в результате термических расширений или сжатий горных пород, из которых он состоит.

Академик В. И. Вернадский (215), рассматривая вопрос об охлаждении земного шара, отводит большую роль в этом гидросфере. Он писал: «Под глубинами гидросферы океана область охлаждения проникает в еще более глубокие оболочки земной коры, которые на суше отделены в среднем более чем десятью километрами от ее поверхности; в гидросфере подвергаются охлаждению гранитные и основные массивные породы, которые подстилают дно Всемирного океана». Учитывая то обстоятельство, что, с одной стороны, воды Мирового океана в наиболее глубоких частях его обладают низкими температурами (ныне порядка 1—2°

а в третичном периоде, вероятно, на 6—8° выше), а с другой — наличие весьма высокого геотермического градиента под дном океана, нельзя не согласиться с тем, что именно та часть земной коры, которая находится под океанами и у края континентов, должна больше всего подвергаться значительным механическим напряжениям термического происхождения. Как указывает Д. Г. Панов, за время, истекшее с момента опубликования основ этой гипотезы, накопилось много новых данных, справиться с которыми, по его мнению, гипотеза не могла*.

Различные пути развития отдельных частей земной коры создали два основных элемента структуры — платформенные и складчатые области. Для платформенных областей характерно разделение на два яруса: нижний — складчатый фундамент, верхний — осадочный покров. Часто древний, еще докембрийский, фундамент платформы выходит непосредственно на поверхность. Такие области называют щитами (древними глыбами), примерами которых могут служить Балтийский и Канадский щиты. Известны также платформы и более позднего происхождения, в основании которых находят палеозойский или мезозойский фундамент.

После образования складчатого фундамента платформы она делается менее подвижной и более стабильной. Вследствие этого платформенная область реагирует на горообразовательные процессы преимущественно медленно развивающимися колебательными (эпейрогеническими) движениями земной коры. При этом в эпохи поднятий происходит отступление моря (регрессия), а в эпохи наступления его — образование неглубоких морей (трансгрессия). Чередование регрессий и трансгрессий на поверхности складчатого фундамента приводит к накоплению чехла осадочных пород. Следы таких процессов часто обнаруживаются также в остатках древних береговых линий — террасах. Последующее тектоническое развитие платформ связано уже с раздроблениями и расколами ее в сложную систему поднятых и опущенных глыб. Образовавшиеся в результате опусканий отдельные впадины обычно называют грабенами, а глыбы, поднятые выше окружающей области, — горстами. И те и другие часто сопровождаются узкими и глубокими долинами, расположенными вдоль глубинных разломов, которые обычно именуется рифтовыми долинами**. Кроме того, в результате разломов создаются обширные, а нередко и очень мощные, покровные излияния, преимущественно основных пород, приводящие к образованию плато.

Складчатые пояса (орогенные пояса или геосинклинальные области) построены иначе, чем платформы. Отличительная черта их строения — распространение сложно смятых в складки разнообразных пород, в том числе и изверженных. Мощность пород вообще очень велика, достигая 10 км и более. При этом среди осадочных пород встречаются как мелководные, так и более глубоководные отложения, иногда чередуясь. Считают, что развитие складчатых поясов связано с особо подвижными областями земной коры, называемыми геосинклиналями. Заметим, что сопровождающие геосинклинали возвышенные складки именуется антиклиналями.

Геосинклинальная область — это подвижный пояс земной коры, отличающийся наиболее активными тектоническими движениями. В истории развития геосинклинального пояса имеется несколько этапов, из которых первым является геосинклинальное море. Оно имеет сложный рельеф

* См. примечание редактора № 6.

** Рифтовая долина — это долина тектонического происхождения, образовавшаяся вдоль линии разлома и ограниченная линиями сбросов. Характерным признаком рифтовой долины служат прямолинейные сбросовые склоны, придающие долине вид глубокого ущелья с узким дном и крутыми высокими склонами. — *Прим. ред.*

дна, как мелководья, так и глубоководных участков, существует много вулканических островов. Характерно наличие большой мощности накопленных морских осадков. Среди геосинклинали намечаются линии глубинного разлома, часто служащие областями эпицентров землетрясений, а по самим линиям изливается магма, что связано с активным вулканизмом. Затем наступает период заполнения геосинклинали области складчатостью и создается сложно построенный складчатый пояс, превращающийся последующими поднятиями в горную страну. По времени превращения отдельных геосинклинали областей в складчатые пояса выделяют каледонский, герцинский (варисский), мезозойский и кайнозойский (альпийский) орогенезы. По-видимому, в еще более древние времена геологической истории Земли имели место и более древние орогенетические циклы.

В последующем, прочно спаиваясь, отдельные складчатые пояса образовывали молодые платформы, среди которых происходили дальнейшие осложнения структуры, сопровождавшиеся как поднятиями, так и опусканиями.

Существует много точек зрения на последовательность развития земной коры. Одни геологи считают, что геологические процессы необратимы и что Земля уже пережила стремление к замене геосинклинали режимов платформенными. Другие, наоборот, считают возможным возвращение геосинклинали режимов. Третьи, как например, Н. И. Николаев (348), соглашаясь с необратимостью развития земной коры, считают, что оно проходило следующие последовательные стадии: догеосинклинали, геосинклинали, платформенную и послеплатформенную. Последняя стадия получила преобладание в кайнозое, и ее последующее развитие выражается термином неотектоника. Для неотектоники характерна большая амплитуда поднятий и опусканий при разных неотектонических движениях. Примерами таких движений могут служить геологически очень недавние поднятия (на 400 м) островов Новой Земли или Гималаев (337/264).

В. В. Белоусов (196, 197) пришел к очень интересному заключению, что в истории Земли имели место две величайшие стадии тектогенеза, последовательно, но неодновременно сменявшие друг друга, — более древняя гранитная стадия и более молодая базальтовая. В первую стадию земная кора пополнялась кислым (гранитным) материалом, характеризуясь геосинклинали-платформенным развитием земной коры.

Базальтовая стадия включает следующие явления:

а) тектоническую активизацию с образованием грандиозных грабенов, впадин и высоких плато; б) массовые излияния плато-базальтов; в) базальтизацию (или базификацию) земной коры в целом; г) океанизацию — образование средиземных морей и океанов на основе разрушения гранитной коры и замещения ее базальтом.

«Изучая историю всех перечисленных здесь явлений, — пишет В. В. Белоусов, — мы увидим, что «базальтовый потоп» в ряде мест наступил в разное время. Но как будто нет признаков его проявления в существенных масштабах раньше конца палеозоя — начала мезозоя, когда начали образовываться океаны, произошли первые излияния траппов на платформах или начали образовываться характерные впадины в Забайкалье и Монголии. Этот процесс, несомненно, постепенно усиливался начиная с мезозоя, а также в палеогене и особенно в неогене, когда имела место вспышка послеплатформенной активизации, образовались средиземные моря и большие грабены и значительно расширились и углубились океаны. Таким образом, «базальтовая» стадия началась позже гранитной, но поскольку гранитная стадия во многих местах продолжалась и после этого, обе эти стадии в известной мере перекрывают друг друга». Более подробно об океанизации будет сказано в следующей главе.

Глава 8

СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКЕАНОВ

Проблема существования Атлантиды как географического объекта теснейшим образом связана с проблемой происхождения океанов, с изучением их природы и причины образования. Погружение Атлантиды можно рассматривать как случай изменения глубин океана вследствие погружения суши, занимавшей часть океана. Поэтому прежде всего следует изложить современные представления о природе океанов и их происхождении.

Все теории и гипотезы происхождения океанов можно разделить на две обширные группы. Первая из них рассматривает океаны как первичные, первозданные обширные области поверхности Земли, всегда большой глубины. Гипотезы, в которых развиваются такие представления, именуют гипотезами перманентности океанов. Сторонники противоположных гипотез рассматривают океаны как относительно молодые образования, возникшие на месте древнейших материков и мелководных морей. Как пишет академик Д. И. Щербаков (442/81), «...по мнению ученых, в далекие времена действительно существовали более крупные материи. Они занимали нынешнюю Атлантическую и Индийскую впадины. В них, как небольшие составные части, входили современные континенты. Южный материк — Гондвана — охватывал Индийский и часть Атлантического океана, в также Бразилию, Африку, Индостан, Австралию. Такие же огромные материи — Северо-Атлантический и Палеозойский — были в северном полушарии. Затем эти материи раскололись и отдельные их части опустились под воды океана». Эти представления обосновывались на данных исторической геологии и палеонтологии.

В дальнейшем мы постараемся доказать, что именно эти представления лучше всего отвечают фактическим данным. Но предварительно следует разобрать взгляды противоположного направления.

В последние десятилетия среди геологов и океанологов зарубежных стран получили особое распространение воззрения школы крайнего, абсолютного понимания перманентности океанов. Это направление разрабатывалось главным образом американскими учеными (415/32). Еще сто лет назад, в 1864 г., американский геолог Дэна (494) выдвинул положение: «Океан есть всегда океан». Основные принципы абсолютного понимания перманентности океанов были высказаны Виллисом (702): «Великие океанические бассейны являются постоянной особенностью поверхности Земли и они существовали там же, где находятся теперь, с незначительными изменениями очертаний с тех пор, как воды впервые возникли». Понятно, что сторонники этой гипотезы категорически возражают против всякого вероятия былого существования Атлантиды, противоречащего самой основе их гипотезы.

Советские географы, геологи и геотектонисты в своем большинстве дают отрицательную оценку крайним представлениям абсолютной перманентности океанов. «Эта гипотеза антиисторична, отрицает всякое развитие земной коры и ее рельефа, что для нас абсолютно чуждо и неприемлемо. Сторонников этой метафизической гипотезы среди русских геологов не имеется», — писал А. Н. Мазарович (314/93), а перед этим он заявил: «Теория перманентности океанов — теория чисто статическая, глубоко антидиалектическая и не отвечающая современному фактическому материалу» (стр. 61). Очень кратко и точно дает оценку этой гипотезе К. К. Марков (319/270): «Лик Земли создавался в процессе непрерывного развития. Извечно существующие черты в нем отсутствуют». Многие зарубежные геологи тоже отрицательно отзывались о гипотезе перманентности океанов. Лучшее всего такое мнение выразил известный английский геолог Лис в двух своих статьях (296, 593).

Теперь скажем несколько слов о том, что следует понимать под молодостью океанов. Прежде всего необходимо акцентировать внимание на самом понятии океана. Обычно в него вкладываются две основные характеристики — размеры и глубина, т. е. значительная площадь, не ограниченная близлежащей сушей, и наличие достаточно обширных глубоководных бассейнов. Ни сторонники гипотезы перманентности океанов, ни сторонники противоположных взглядов не возражают против того, что древнейшие океаны могли быть весьма обширными, но расходятся в отношении времени образования глубоководных областей. Первые считают такие области древнейшими и извечно существующими на своих современных местах, если не во всех океанах, так в некоторых из них. Вторые же предполагают, что углубление дна океанов произошло в более поздние времена; первичные океаны были мелководными и имели совсем иную конфигурацию, чем современные.

По поводу древности океанов Л. А. Зенкевич (258/385) пишет, что если принять длительность существования, например, Тихого океана в два миллиарда лет, а темп осадконакопления в 5 мм за тысячелетие, то следовало бы ожидать мощности донных осадков не менее 10 км, в то время как фактически, по сейсмическим данным, она не превосходит 600—1000 м. Даже если привлечь соображения Гамильтона (544) о возможности значительного «слеживания» осадков (получение слоя толщиной около 1000 м в результате уплотнения осадков типа глинистых илов мощностью порядка 2500—5000 м), все же остаются значительные неувязки. Находясь на позициях сторонника гипотезы перманентности океанов, Л. А. Зенкевич вообще исключает из обсуждения все положения, противоречащие этой концепции, не рассматривая их, и считает наиболее вероятным изменение плотности и свойств осадков под влиянием температуры и давления*. Однако следует отметить, что использованные им данные Гамильтона относятся только к глинистым абиссальным илам. Что же касается известковых илов, весьма распространенных в океанах (см. стр. 125), в том числе и в прошлые геологические эпохи, то, по расчетам Гамильтона, мощности в 300 м отвечают всего лишь 327 м толщины первичного известкового ила (544).

Полдерваарт (370/138), принимая, что в продолжение геологической истории Земли средняя скорость осадконакопления существенно не изменялась и не отличалась от современной, оценивает древность океанов в их современных размерах и глубинах приблизительно в 150—300 млн. лет (в среднем — 200 млн. лет, т. е. мезозойского возраста). Цифры, близкие к этим, дают Уолбак и Холмс (434/127), исходя из времени, необходимого, по их расчетам, для приобретения океанами современной солёности: 100—300 млн. лет. Шепард (673/195) со своей стороны обращает внимание на обстоятельство, считаемое им загадочным: окаменелости, извлеченные со дна океана и некоторых подводных гор, оказались не старше мелового возраста. «Это показывает, что, возможно, океаны не очень стары», — заключает Шепард. Академик Д. И. Щербаков (442/83) пишет: «Наиболее древние слои океанского дна относятся к началу мелового периода (100 млн. лет назад). Видимо, и до этого времени моря и океаны существовали, но конфигурация их значительно отличалась от теперешней». Но даже и цифра в 100 млн. лет резонно оспаривается Г. Д. Афанасьевым (186/8). На основе своих поправок к расчетам Полдерваарта он приходит к выводу, что возраст океана в его современных границах не может превышать 50 млн. лет, т. е. что Мировой океан образовался в третичном периоде.

Ответ о возрасте глубоководных котловин и желобов пытались искать в изучении специфической абиссальной фауны, исходя из предложения о наибольшей древности таких котловин и желобов. Л. А. Зенкевич и Я. А. Бирштейн (259) считают, что фаунистические группы абис-

* См. примечание редактора № 7.

сальных глубин следует рассматривать как реликты, перешедшие в абиссаль из мелководья геологически очень давно. Обычно в качестве доказательства этого приводится обнаружение моллюска *Neopilina galathea*, происходящего из мелководья нижнего палеозоя*.

Недавно американские авторы (614, 631), которых не следует подозревать в приверженности представлениям о молодости океанов, подвергли статью Л. А. Зенкевича и Я. А. Бирштейна критике, на основе которой они приходят к мнению о геологически недавнем возникновении абиссальной фауны. К тому же оказалось, что моллюск *Neopilina galathea* недавно был обнаружен обитающим также и на малых глубинах материкового склона. По мнению же Фишера и Хесса (631), глубоководные океанические желоба возникли не раньше третичного периода. То же относится и к ряду других океанических структур.

В настоящее время подавляющее большинство работ по вопросам морской геологии и океанологии публикуется приверженцами гипотез перманентности океанов и материков. Не удивительно, что работы представителей противоположных научных течений буквально тонут в массе сторонников гипотезы перманентности океанов. Более того, известны факты (682), когда американские журналы отказывались принимать работы с критикой господствующих взглядов. Подобные случаи известны и в других странах. Иногда факты, сообщенные видными представителями господствующего направления, не подтверждались в дальнейшем (252, 272).

Для обоснования перманентности океанов и материков были с большим или меньшим успехом привлечены следующие представления и гипотезы:

- 1) представление о продолжающейся гравитационной дифференциации вещества земной коры и гипотеза чисто ювенильного происхождения гранитов, якобы непрерывно подаваемых в значительных количествах из недр Земли;
- 2) гипотеза разрастания платформ за счет океанов, т. е. о наступлении суши на море, что тесно связано с предыдущим положением;
- 3) представление о глубоком, принципиальном различии между океанической и континентальной частями земной коры;
- 4) гипотеза глубокой древности Тихого океана;
- 5) данные о радиоактивности горных пород и о роли последних в тепловом режиме Земли;
- 6) гипотеза расширяющейся Земли;
- 7) гипотеза так называемых мутьевых (или суспензионных, турбидных) течений, призванная для объяснения происхождения подводных каньонов и нахождения терригенных материалов на дне океанов в значительном отдалении от суши, и ряд других. Некоторые из этих вопросов были уже разобраны в предыдущей главе; другие будут разобраны здесь или в дальнейшем.

Прежде всего следует упомянуть о взглядах сторонников гипотезы расширяющихся материков. Они предполагают, что в ходе геологического времени происходит разрастание площади коры континентального типа за счет сокращения площади океанов. При этом считается совершенно неизбежным извечное существование и постоянство земной коры в пределах океанов. В таком случае былое существование Атлантиды полностью исключается.

Гипотезы расширения материков у нас в СССР разрабатываются в разных вариантах Г. Н. Каттерфельдом (267), П. Н. Кропоткиным (281, 282), Е. Н. Люстихом (307), В. А. Магницким (312), В. И. Поповым (320; 2 изд./519). Наиболее разработанной является гипотеза П. Н. Кропоткина. Он исходит из предположения о существовании первичных океанических жестких площадей, не изменявшихся во все время геологической

* См. примечание редактора № 8.

Земли — «океанических платформах» («талласократоны» зарубежных авторов); они впервые были выделены на тектонической карте Земли А. Д. Архангельским, принимавшим, однако, для них более обоснованную глубину в 5000 м. Ниже приводятся некоторые данные о глубинах океанов и соотношениях между ними (в основном по 391).

Название океанов	% окраинных морей	Средняя глубина в м (без морей)	% глубин	
			3000—6000 м	>5000 м
Северный Ледовитый	61,5	2179	13,5	—
Атлантический	11,7	3925	72,1	27,4
Индийский	2,0	3963	81,5	23,3
Тихий	8,0	4282	80,3	30,9
Мировой океан	9,7	3795	—	24,5

Таким образом, океанические платформы фактически могут занимать не более четверти поверхности дна Мирового океана.

Возражая П. Н. Кропоткину, Д. Г. Панов (356/17) пишет: «1) нет оснований для предположения, что «океанические плиты» были с самых ранних моментов геологического времени покрыты водами океана; 2) подобно другим областям докембрийской складчатости — устойчивым глыбам и платформам, они могли реагировать на горообразовательные движения более позднего времени преобладающими расколами и вертикальными движениями по ним; 3) отсутствие резко дифференцированного рельефа в пределах «океанических плит» не может служить доказательством того, что они не подвергались складчатым деформациям в ходе геологического времени».

Кроме того, нам представляется несколько странным, как могли уцелеть в своем первоначальном неизменном состоянии столь тонкие слои земной коры — толщина океанических плит много меньше толщины платформ; но ведь и платформы в ходе геологической истории подвергались расколам и другим изменениям!

Следующая группа гипотез базируется на представлениях о частичной перманентности океанов. Сторонники таких представлений считают, что Тихий океан является древнейшим океаном Земли и этим существенно отличается от остальных — Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого. С позиций сторонников таких представлений быстрое существование Атлантиды как очень древнего геологического объекта не представляется невероятным. Наиболее типичны взгляды Штилле (679, 680), выдвинувшего понятия о «протоокеане» (Тихий океан) и «неоокеанах» (остальные океаны). А. Н. Мазарович (314) тоже подразделял океаны на старые и новые. В подтверждение такого разделения Пресс (254) сообщал, что верхняя мантия под Атлантическим и Индийским океанами якобы существенно отличается по своей природе от залегающей под Тихими океаном. Однако эти данные еще требуют подтверждения.

Разбирая возможные варианты объяснений своеобразия морфологии дна Атлантического и Индийского океанов, М. В. Муратов (336) приходит к единственному, по его мнению, приемлемому выводу, что такое своеобразие следует объяснять гипотезой расплавления материала континентальной земной коры в области дна этих океанов. «При всей кажущейся

щейся невероятности этой гипотезы, есть ряд доводов, позволяющих считать ее заслуживающей внимания», — пишет М. В. Муратов.

К числу популярных гипотез, связанных с представлениями о древности и неизменности океанов относится гипотеза дрейфа материков, особенно подробно разработанная Вегенером (213). Эта гипотеза принадлежит к числу гипотез так называемого мобилизма, т. е. представления о том, что тектоника земной коры связана не столько с вертикальными, сколько с крупными по своим масштабам горизонтальными передвижками больших участков земной коры, в том числе и целых материков.

В основе гипотезы Вегенера лежит представление об изостатическом плавании глыб гранитных материков по базальтовому субстрату. Он предполагал, что первоначально существовал единый гранитный праматерик Пангея. В мезозое и кайнозое она раскололась, и ее куски — отдельные материки — начали расползаться в стороны, дрейфовать. Причиной расползания Вегенер считал отрыв Луны от Земли в области Тихого океана*. По гипотезе Вегенера для Атлантиды вообще нет места; Срединный Атлантический хребет рассматривается как результат подводных лавовых излияний из трещин, получившихся при отплывании Америки от Европы и Африки. Однако Мук (80/229), произведя некоторую реконструкцию сближения материков в единую Пангею, обнаружил, что между берегами Северной Америки и Европы остается свободная область, без которой контакт между материками представляется далеко не полным. Он считает, что это место Атлантиды. Следует отметить, что еще за 35 лет до Вегенера (в 1877 г.) Е. В. Быханов выпустил в Ливнах ныне чрезвычайно редкую книгу: «Астрономические предрассудки и материалы для составления новой теории образования планетной системы», в которой он развивает взгляды, очень близкие к представлениям Вегенера. Между прочим, Е. В. Быханов считал, что материк Атлантиды не погрузился, а отодвинулся на запад и продолжает и поныне существовать под названием «Америка».

Гипотеза Вегенера была с восторгом принята биогеографами, ибо она, как казалось, хорошо объясняла многие факты распространения растений и животных (см., например (224). Зато многие советские геологи и геотектонисты дают гипотезе Вегенера отрицательную оценку (194/572).

Так, академик Д. И. Щербаков (442/87) высказывает такие соображения: «Вместе с тем существует ряд фактов, противоречащих этой гипотезе. Если бы гранитные континенты двигались по базальтовому дну океана, они производили бы в нем колоссальные деформации, но таких деформаций не обнаружено. Кроме того, если бы дно океана подверглось деформациям, то в некоторых местах на нем должна была бы образоваться новая кора. Но фактически единственная сейсмически активная часть океана, помимо некоторых островов, — это средноокеанический хребет. Согласно теории горизонтального перемещения континентов, огромные части земной коры должны двигаться как одна целая масса. Но при таком движении окружающая любой континент подводная ровообразная долина — рифт — неизбежно должна была бы расширяться у тылового края движущейся массы и закрываться у фронтального ее края. Никакого доказательства такого взаимодействия найдено не было».

В. А. Магницкий (313/36) приводит еще такие соображения против гипотез мобилизма: «Относительно того, почему кора континентального типа возникла в виде единого пятна среди массива коры океанического типа, обычно говорится мало. Также не дается по существу объяснения,

* О физической и геологической несостоятельности гипотезы отрыва Луны от Земли в области Тихого океана см. у Г. Н. Каттерфельда (267/37, 72—73).

почему это пятно существовало как целое в течение 3 млрд. лет, а в течение последних 200 млн. лет вдруг расколосось и отдельные его части разошлись по поверхности Земли на ширину океанов».

Самое основу гипотезы Вегенера подрывает тот факт, что структурные зоны могут быть прослежены с континентов в океаны. Противоречит ей, как отмечает академик А. Н. Шатский, также существование глубоко-фокусных землетрясений. Кроме того, совпадение очертаний материков при более тщательном рассмотрении оказывается только кажущимся и уже сильно расходящимся при учете очертаний шельфа и материкового склона.

В последнее время гипотеза Вегенера подверглась критике также и со стороны биогеографов. Этой критике была посвящена работа С. В. Максимовой (317).

Против гипотезы Вегенера высказывались также академик Л. С. Берг (201), профессор К. К. Марков (319), академик А. Н. Шатский (430) и другие видные советские ученые. Ей была посвящена специальная дискуссия в американских журналах (318), участники которой тоже высказались о ней отрицательно. Недавно на Международном коллоквиуме во Франции был заслушан доклад Хейзена (551), в котором автор показывает, что *данные топографии и структуры океанического ложа находятся в противоречии с гипотезой перемещения континентов.*

В последние годы, в связи с исследованиями по палеомагнетизму, гипотеза дрейфа материков опять начинает возрождаться в новой форме. Оказалось, что данные европейских и американских авторов всегда расходятся на несколько градусов. Этими расхождениями и пытаются обосновать передвижение материков (284; 427/60—61).

Кокс и Долл (491), обобщив весь известный материал палеомагнитных исследований, пришли к выводу, что в течение геологического времени магнитное поле Земли изменялось неравномерно (см. также 442/35). Особый интерес представляют заключения Долла и Кокса (504), опубликованные ими в другой статье. Хотя в интервале олигоцен — ранний плейстоцен магнитное поле неоднократно испытывало обращение, расположение полюсов довольно близко совпадает с современным. Эти результаты исключают возможность значительного перемещения континентов начиная с начала олигоцена.

Следует отметить любопытные исследования Стели (678), который доказывает, что в перми границы распространения фауны были параллельны экватору; это противоречит предположению об изменении положения географических полюсов. О том же для палеогена сообщает и Геллерт (533).

Против использования данных палеомагнетизма в качестве одного из важнейших критериев геологической истории Земли может быть высказан ряд существенных возражений. Прежде всего мы не знаем, имело ли место во все геологические эпохи достаточно полное совпадение магнитного и географического полюсов земного шара. Ведь и сейчас магнитные полюсы Земли отстоят от географических на довольно значительном расстоянии (на 20°) и изменяют, притом иногда весьма существенно, свое местонахождение даже в течение исторически коротких промежутков времени. В последние годы выявлена взаимосвязь между магнитным полем земного шара и окружающими Землю радиационными поясами заряженных частиц, с одной стороны, и наличием жидкого ядра Земли, с другой. Резонно предположить, что изменения, происходящие именно в этих двух областях, могли вызывать значительные изменения в положении магнитных полюсов.

Таким образом, как можно судить, *в настоящее время палеомагнитных данных еще недостаточно для широких обобщений и для уточнения геологической истории земного шара.*

В известную связь с представлениями Вегенера следует поставить ряд гипотез, авторы которых главное значение придают развитию в обо-

лодке Земли конвекционных течений. Последующий дрейф материков играл роль механизации распределения материковых масс. Согласно таким гипотезам, в процессе развития конвекционных течений в оболочке Земли на ее поверхность выносились более легкие сиалические массы (очевидно, возникающие непрерывно в результате гравитационной дифференциации).

Одновременно безоговорочно принимается первоначальное раскаленное состояние земного шара и, прямо или косвенно, подразумевается существование обширных слоев расплавленной или полужидкой, текучей магмы (356, 358, 502). Вероятность былого существования Атлантиды такими гипотезами вообще не учитывается. Это происходит вследствие само собой разумеющегося представления о неизменности и древности океанов, всегда сопровождающего такие гипотезы, отрицающие всякую возможность наличия материков на месте современных океанов.

Гипотеза конвекционных течений в настоящее время является одной из наиболее модных и широко пропагандируется, особенно американскими исследователями. Однако она имеет очень много слабых мест, на что мы уже указывали в предыдущей главе.

В последние годы начинает пользоваться популярностью гипотеза расширяющейся Земли. Применение ее к проблеме происхождения океанов наталкивается на значительные трудности, вынуждая постулировать большую и независимую древность глубоководных котловин. Вот почему бывшие сторонники гипотезы перманентности океанов охотно переходят на позиции сторонников теории расширяющейся Земли. Поэтому ожидать положительного отношения к проблеме Атлантиды от сторонников гипотезы расширяющейся Земли вряд ли приходится.

Собственно говоря, гипотеза объясняет лишь происхождение некоторых структурных особенностей, но не возникновение океанов. Если гипотеза расширяющейся Земли удовлетворительно справляется с происхождением линейных расколов, трещин и сбросов планетарного масштаба, то уже много хуже обстоит дело с происхождением сильно расчлененных срединных океанических хребтов, с одним из которых мы связываем историю Атлантиды. И совсем неважно с объяснением округлых форм большинства океанических котловин, форм, которые не укладываются в геометрию линейных трещин, расколов и сбросов. Подобная характерная форма океанических котловин гораздо лучше объясняется представлением о проплавлении земной коры в наиболее тонких ее местах, под дном мелководных морей, под значительной толщей осадков.

Это нетрудно показать, даже на очень простых моделях из окрашенного парафина или смеси его с воском, где нижний слой состоит из более тугоплавкого парафина (его можно окрасить в голубой цвет), а верхний — из более легкоплавкого (желтой окраски); мелководья нагружают слоем «осадков» из подходящих просеянных порошков других веществ. При помещении модели участка земной коры из легкоплавкого парафина на поддерживаемый при температуре плавления тугоплавкий парафин в более тонких местах модели начинают появляться «окна», имитирующие возникновение котловины, а смешанная «магма» окрашивается в зеленоватый цвет. На такой модели возможно изучить поведение «корней» гор при подкоревой эрозии и проследить возникновение «островных дуг». С помощью нехитрых приспособлений нетрудно имитировать некоторые тектонические движения, вызываемые силами сжатия или растяжения, складкообразование и т. п. Для уменьшения пластичности парафина следует смешивать с легкими и тяжелыми просеянными порошками подходящих веществ.

Так как и расширяющаяся Земля не спасает гипотезу перманентности океанов, то на помощь были призваны космические факторы, в частности — предположение об имевшем место падении на Землю гигантских метеоритов или астероидов. Древнейшие абиссали океанов являются

якобы местами происшедших столкновений (466, 500, 545). Вообще идея об активном участии в геологической истории Земли космических тел, в том числе гипотетических спутников, якобы время от времени падавших на Землю, не нова, имея за собой более чем полувековую историю (37; 138; 160; 461; 497; 536).

Теперь перейдем к рассмотрению гипотез, авторы которых приходят к заключению о молодости современных океанов. Такого мнения, полностью или частично (о некоторых последних случаях уже упоминалось), придерживаются многие советские ученые (Г. А. Афанасьев, В. В. Белоусов, М. В. Муратов, Д. Г. Панов, В. В. Тихомиров, Ю. М. Шейнманн и др.) и некоторые из иностранных (ван Беммелен, Гиллули, Г. и Ж. Термье, Штилле). Эта группа гипотез не исключает принципиальной возможности былого существования Атлантиды, даже на очень поздних этапах геологической истории океана.

Д. Г. Панов (356, 357, 358, 360) одним из первых предложил гипотезу, в основу которой положено представление о единстве структуры земной коры как в пределах материков, так и океанов. В процессе развития земного шара контрасты в геологическом строении материков и океанического дна все возрастали. Особенно значительная перестройка рельефа и структуры происходила в мезозое; итогом явилось образование настоящих океанических бассейнов. В кайнозойское время в связи с новым оживлением тектонических движений (неотектоника) происходит дальнейшее расширение и углубление океанов.

Представление о молодости современных океанов развивает также В. В. Белоусов (195); он пишет:

«Современные материки представляют собой обломки значительно больших древних материков, и угловатые их границы больше соответствуют этой точке зрения, чем той, которая видит в материках результат все большего накопления на поверхности сиалических масс, поднимающихся с глубины. Нельзя ли думать о «растворении» гранитного слоя поднимающейся перегретой основной магмой? Подобная идея время от времени возникала у геологов и, по-видимому, с точки зрения многих петрологов, не является фантастичной».

Следует отметить, что сходные взгляды высказываются также многими зарубежными учеными. Так, Гиллули (234/26) считает вероятным уменьшение мощности сиали. Оно выражается не поверхностной, а подкоровой «эрозией» сиали. Ван Беммелен (197) приходит к заключению, что земная кора в процессе ее погружения переживает изменения, происходит «океанизация» земной коры. Основное движущее начало в процессе океанизации земной коры — обогащение ее базальтовой лавой. Как можно судить, взгляды ван Беммелена очень сходны со взглядами многих советских ученых.

В заключение своей более ранней, уже неоднократно цитировавшейся статьи В. В. Белоусов (195) пишет: «За последнее время появились данные, указывающие на «океанический» характер дна так называемых средиземных морей. Геофизические исследования определенно показывают, что в наиболее глубоких местах, например Карибского моря и Мексиканского залива, земная кора лишена гранитного слоя. То же самое можно с достаточной уверенностью предполагать для Средиземного и Черного морей. В свете этих данных не следует ли видеть в средиземных морях начальную стадию образования океанических впадин?»

Предвидение В. В. Белоусова блестяще подтвердилось результатами сейсмических исследований не только в Средиземном (518), Карибском (354, 445) и Черном (238, 342) морях, но и в таком внутриконтинентальном море, как Каспийское (226)! Это говорит явно в пользу представлений о молодости океанов, развиваемых В. В. Белоусовым. Таким образом, имеющиеся результаты свидетельствуют об океанизации земной коры, т. е. эволюции, происходящей в направлении: эпиконтинентальное море → средиземное или окраинное море → глубоководный океаниче-

ский бассейн. В наиболее глубоких частях указанных выше морей «гранитный» слой отсутствует вовсе, но в ряде случаев толщина земной коры отвечает еще бывшим ранее континентальным условиям, сохраняя мощность в 20 км у Черного и Каспийского морей, много меньше — у Средиземного.

Как указывает В. В. Тихомиров (399), любопытным примером базификации (т. е. замены кислых пород основными) служит Красное море, расположенное в грабене древней платформы и, вероятно, возникшее в конце мезозоя. Под этим морем следовало бы ожидать сиалический слой, равный по толщине сиалу прилегающих платформ. Однако, по данным сейсморазведки, дно моря в районе самого грабена типично океаническое, без сиала. Следовательно, несомненно, что ранее достаточно толстый слой сиала был почти полностью разъеден и ассимилирован вдоль линии раскола (шириной в 60 км). Более того, И. П. Косминская (364/170) показала, что и на материках, в прогибах с длительным и устойчивым погружением, осадочные породы лежат непосредственно на «базальтовом» основании.

Нам кажется, что вряд ли какая-либо иная гипотеза имеет столько подтверждений и оправдавшихся предвидений, как гипотеза океанизации земной коры.

Даже такие приверженцы гипотезы перманентности океанов, как Дж. и М. Юинг (518/303), были вынуждены прийти к такому заключению, изучая строение дна Атлантического океана: «Имеется все увеличивающееся число данных, что только широкие глубоководные бассейны имеют простую структуру: осадки → океанические слои → мантия. В промежуточных областях структура отклоняется к континентальному типу, возможно, как результат интрузий, дифференциации, изменений состояния или комбинации этих процессов в коре и верхней части мантии». А от себя еще добавим — и в результате океанизации, замещения и ассимиляции кислых материковых пород более основными.

В заключение полезно суммировать те геологические и палеогеографические факты в пользу молодости современных океанов, которые приводит В. В. Белоусов (196):

1) общий «наложенный» характер Атлантического и Индийского океанов и «обломанная» форма прилегающих материков;

2) признаки существования на месте современных океанов участков суши, которые были источниками обломочного материала, а именно:

а) явное былое распространение континентальных отложений бассейна Карру за пределы современного африканского материка; б) принос верхнепалеозойскими ледниками в Африку гранитных валунов со стороны Индийского океана; в) принос обломочного материала в бассейн Конго со стороны суши, существовавшей в мезозое к западу от Африки; г) снос кембрийских и силурийских осадков с высокой суши к северо-западу от Скандинавского полуострова; д) палеогеографические данные о существовании в палеозое высокой суши к востоку от Аппалачей, где теперь океан; 3) расселение гондванской флоры в верхнем палеозое, свидетельствующее о значительно лучших сухопутных связях между Южной Америкой, Африкой, Индией, Австралией и Антарктидой, чем в последующем времени; 4) бесспорные геологические данные о провальном характере внутренних и окраинных морей востока Азиатского материка; 5) тоже в отношении образования северной части Атлантического океана в третичном и четвертичном периодах; 6) неоспоримые палеогеографические данные о существовании возвышенных участков суши на месте Средиземного и Карибского морей, а также на наличие участков суши и мелкого моря на месте Черного и южной части Каспийского морей; во всех этих случаях сейчас земная кора здесь имеет океаническое строение; 7) наличие в Тихом и Атлантическом океанах гайотов с обнаружением на них мелководных осадков не старше верхнего мела, а также результаты бурения на атолловых островах, свидетельствующие об опу-

сканиях в течение третичного периода; 8) береговые флексуры*, особенно хорошо выраженные на берегах Атлантического океана (Гренландия, США, Африка). Эти прибрежные флексуры указывают на недавнее тектоническое прогибание океанических впадин.

Перед гипотезой молодости океанов, в свою очередь, стоит немало затруднений. Развернутую критику этой теории недавно дали А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев (253) с позиций сторонников перманентности океанов. Прежде всего они подвергают сомнению существование на дне океанов реликтового субаэрального рельефа. К числу особенностей океанов, субаэральное происхождение которых полностью или частично отрицается, А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев прежде всего относят подводные каньоны**. Далее опровергается возможность существования больших участков погруженных материков в тех местах Мирового океана, где были обнаружены подводные поднятия.

Однако отсутствие подводных террас, долин, холмов и прочих типичных атрибутов эрозионного ландшафта суши еще не говорит о том, что данный участок дна моря не мог быть в недавнем геологическом прошлом суши. Постараемся показать, что и сильно расчлененный вулканический рельеф мог быть связан в прошлом с сушей. На этом мы остановимся особенно подробно в связи с проблемой Атлантиды.

Погруженные участки суши могут обладать малоизмененным унаследованным субаэральным рельефом лишь в том случае, когда опускание их имело характер спокойно протекавшего процесса. Если такое опускание происходило ступенчато и замедленно, то возникали более или менее ясно выраженные последствия морской абразии: уплощенные вершины возвышений, террасы и др.

Но когда мы имеем дело с переработанным в процессе опускания рельефом, когда опускание имело характер разрушительной катастрофы, сопровождавшейся расколами, лавовыми и прочими излияниями, образованием вулканических конусов, сбросов, выдвинутых блоков и скал и т. д., тогда до неузнаваемости может видоизмениться первоначальный субаэральный рельеф. Такого рода опускание придаст дну вид молодого вулканического рельефа чрезвычайно высокой степени расчлененности (пример — гибель Атлантиды). Кроме того, одно дело, когда в результате раздробления погружается та или иная часть континентальной древней платформы, и другое дело, когда область опускания затронула геологически недавно созданный участок суши, что, вероятно, имело место в случае Атлантиды.

Более полным случаем переработанного рельефа будет затопление его и нивелирование лавовыми излияниями и прочими продуктами вулканической деятельности. А крайним случаем этого процесса является полная ассимиляция прежнего рельефа и слагающих его пород с расплавлением последних и переработкой в более основные материалы. Это в конечном итоге может привести к образованию совершенно иного рельефа — более или менее ровной поверхности, сложенной из вулканических пород, с отдельными вулканическими конусами, мелкими холмистыми поднятиями, валами и т. п.***

Внимательное рассмотрение разных взглядов привело автора настоящего труда к заключению, что *единственно приемлемым объяснением может служить лишь представление об океанизации с имевшем место*

* Флексурой называется коленчатый изгиб пластов земной коры со ступеньчатым залеганием слоев, вызванным тектонической деформацией. На границе материков и океанов возникает материковая флексура, поверхность изгиба которой совпадает с материковым склоном.— *Прим. ред.*

** Более подробно эта сложная проблема будет рассмотрена в следующей главе.

*** См. примечание редактора № 9.

проплавлением дна и последующей заменой кислых пород более основными (представления В. В. Белоусова и М. В. Муратова). Такого рода процесс и сейчас имеет место в средиземных, окраинных и внутренних морях. Детали этого процесса еще не совсем ясны, равно как и происхождение внутреннего тепла Земли. Может быть, известную роль играет накопление значительных толщ осадочных пород, как предполагает А. А. Смыслов.

В. В. Тихомиров (399) считает, что достаточно сиалическому слою, даже мощностью в 20 км, погрузиться под воды морей на глубину около 4 км, как начинается энергичный процесс базификации, который может в течение геологически короткого времени уничтожить все признаки былого существования гранитного слоя.

Е. Н. Люстих (309) выступил с серьезными, на первый взгляд, возражениями против гипотез, развиваемых В. В. Белоусовым и М. В. Муратовым. Его возражения основаны прежде всего на несколько тенденциозном представлении, будто океанизация всегда происходила при толщине земной коры порядка 35 км, а такой толщиной она обладает лишь вблизи мощных горных систем. В то же время обычная толщина земной коры равнинных областей материков, вдали от гор, часто достигает всего лишь 20 км. Но если процесс океанизации захватил даже мощные горные хребты, имеющие толщину в 50 км и более, то в результате этого процесса мощность земной коры в таких местах снижается не до 5 км, как указывает Е. Н. Люстих, а до 15—20 км. Примером могут служить так называемые «островные дуги» Тихого океана, эти, ныне погруженные мощные горные системы.

Процессам океанизации в первую очередь подвергаются первичные мелководные моря, имеющие сравнительно небольшую толщину сиалической коры, но зато значительную толщину осадочных пород. Отсюда ясно, что для ассимиляции гранитов базальтами потребуется не столь большое количество магмы, как утверждает Е. Н. Люстих. Более того, для ассимиляции гранитов в андезиты (например, у окраин Тихого океана и у островных дуг) потребуется всего лишь равное по весу количество базальта.

Есть веские основания полагать, что в далеко зашедших случаях ассимиляции (например, до толейитов) земная кора была вначале сложена тонким слоем гранитоидов и значительно более мощным (для толейитов — десятикратным по весу) слоем базальтов. Такое приблизительное соотношение сохраняется в еще не подвергшейся полной ассимиляции части земной коры и наблюдается в некоторых районах Тихого океана (например, к востоку от Гавайских островов).

Дальнейшие рассуждения Е. Н. Люстиха исходят из представлений о преимущественно ювенильном происхождении гранитов путем гравитационной дифференциации; понятно, что отсюда он приходит к заключению о невозможности растворения материала земной коры в субстрате. Он также возражает и против представления о расплавлении и оттоке гранитных материалов под окружающие материк, что, по его мнению, якобы противоречит принципам механики. Уровень сиала на материках выше, чем под океанами. Поэтому, по закону сообщающихся сосудов, сиаль должен якобы течь от материков к океану, а не наоборот (sic!).

Недостаточная обоснованность возражений Е. Н. Люстиха прежде всего имеет своим корнем полное пренебрежение возможностью происхождения гранитов путем метаморфизма из осадочных пород. Если на дне океана или моря находится достаточно мощный слой уже уплотнившихся осадочных пород, то рано или поздно он подвергнется процессу метаморфизма, что приведет к образованию гранитов или гранитоидов. В таком случае закон сообщающихся сосудов приводит к выводам прямо противоположным утверждениям Е. Н. Люстиха. Наличие двух сосуществующих жидкостей разных плотностей (более тяжелой базальтовой магмы и более легкой гранитной) в условиях равновесия приведет к

тому, что более легкая жидкость будет обладать большей высотой стояния в одном из колен сообщающихся сосудов. При подходящих условиях эта легкая магма начнет изливаться, равновесие нарушится, и на ее место начнет поступать из глубины более тяжелая магма. Следовательно, произойдет отток легкой (гранитной) массы в сторону более высокого стояния, т. е. в сторону материка. Оттоку будет помогать давление, оказываемое столбом морской воды на дно океана или моря. Как можно судить, в таком процессе нет никаких нарушений законов физики и механики.

Также малосостоятельны возражения Е. Н. Люстиха против возможности поглощения гранитов базальтовой магмой. Такой процесс не так трудно представить себе в условиях подводных излияний базальтовой лавы сквозь трещины в первично гранитном дне. Если гранитный свод хотя бы в одном месте жестко связан с континентом и затем частично под водой залит выступившей из боковых трещин более тяжелой базальтовой магмой, то, в зависимости от толщин слоя гранита и излившейся базальтовой магмы и воды, а также от скорости поступления излившейся магмы, могут создаться условия, при которых более тяжелая базальтовая магма будет немедленно застывать в своем верхнем слое, соприкасающемся с водой. Близость такого прекрасного охладителя, как вода, делает магму под застывшим слоем ее более вязкой и менее подвижной, понижая ее температуру. Поэтому не очень теплопроводный гранитный свод не имеет возможности полностью расплавиться и всплыть на поверхность базальтовой магмы, к тому же уже застывшей. Он остается под затвердевшим покровным слоем базальта и, постепенно расплавляясь, будет смешиваться с базальтом и давать смешанные породы. Такой процесс может повторяться неоднократно и в конечном итоге привести к полной замене гранитных пород. Но может иметь место и другой вариант, когда количество и температура поступающей из недр магмы будут недостаточны для полного расплавления и ассимиляции всех гранитных материалов. Тогда последние, если присутствуют в значительных количествах, могут остаться неизменными под слоем застывшей от охлаждения водой базальтовой магмы либо, если их не так уж много, находиться в виде отдельных включений в базальтовых лавах, как это, например, имеет место у лав острова Вознесения.

Есть веские основания предполагать, что позднейшие этапы альпийских тектонических движений протекали в условиях исчерпания гранитных материалов, продуктов переработки самых древних осадочных пород. Поступление же новых значительных количеств кислых пород за счет дифференциации основных магм и вещества мантии Земли в эпохи поздних орогенезов кажется нам маловероятным.

Сходное мнение высказывал также Г. Л. Афанасьев (186/14): «Со своей стороны отмечу, как все более выясняющееся обстоятельство, что на границе мезозоя и кайнозоя, по-видимому, имела место специфика магматизма. Во многих местах земного шара, и в океанических, и в континентальных, в это время происходило формирование субщелочных и щелочных комплексов основных пород — базальтоидов и ассоциирующихся с ними нефелиновых и фельдшпатоидных пород».

Прямое отношение к вышесказанному взглядам имеет важное наблюдение Штилле (440/194) о последовательном уменьшении распространенности гранитных интрузий. Так, граниты варисийского возраста достаточно широко распространены на земном шаре. В некоторых складчатых областях встречаются еще мезозойские граниты. В противоположность этому, нижнетретичные граниты относительно редки, граниты же верхнетретичного возраста являются исключительным явлением. Отсюда следует, что роль геостроительного материала на более поздних этапах геологической истории Земли переходит к более основным горным породам — андезитам (где имеется связь с процессами ассимиляции гранитов), и особенно к разного рода базальтам, как это под-

черкивает В. В. Белоусов. Базальты становятся основным геостроительным материалом в местах проявления процессов неотектоники.

В заключение приведем высказывания В. В. Белоусова о природе и происхождении океанов (196/22). Он пишет: «Как нами указывалось ранее, образование океанов приурочено к началу мезозоя. С тех пор они расширялись и углублялись. Разные участки Мирового океана находятся, по-видимому, на разных стадиях развития. Очень молода Северная Атлантика. Она опустилась совсем недавно — в неогене. Глубины здесь еще невелики, и кора, хотя уже и не имеет гранитного слоя, еще довольно толста...»

«Южная Атлантика и Индийский океан, видимо, древнее. Здесь опускание происходило крупными блоками, отчленяемыми друг от друга такими грабенами, которые сейчас развиты в Восточной Африке и намечают дальнейшее направление распространения океана. Эти океаны глубже Северной Атлантики, и земная кора в их пределах имеет уже типично океаническое строение».

«Тихий океан в целом, вероятно, еще древнее, хотя, может быть, он просто быстрее углублялся благодаря особенно сильному растрескиванию оболочки. Глубина его больше других океанов».

«С переходом от более мелкого океана к более глубокому наблюдается изменение состава изливающихся базальтовых лав в сторону все большей их основности. Действительно, в Северной Атлантике плато-базальты чередуются с толейитовыми базальтами приблизительно на равных правах. В Индийском океане плато-базальты уже преобладают. В Тихом океане встречаются такие наиболее основные разновидности базальтов, как океаниты. Это обстоятельство позволяет предполагать, что в процессе океанизации мобилизуются все более глубокие слои оболочки, сложенные все более основным материалом, который по своему химическому составу остается, однако, в пределах базальта».

Мы задержались на проблеме океанов потому, что она является самой важной и решающей для всей проблемы Атлантиды. Ведь прежде всего ставится вопрос — могла ли Атлантида существовать в надводном состоянии, в то время как на ее месте ныне находятся глубины океана в несколько километров. И ответ на этот вопрос могут дать только наши знания о природе и происхождении океанов.

Из того, что мы знаем, можно сделать обобщающий вывод, что *очертания и глубины современного океана не являются древними и неизменными. Они изменялись и будут изменяться, причем эти изменения выйдут за пределы шельфа. Как очертания океанов, так и их глубины непостоянны во времени. В текущую геологическую эпоху — кайнозой — явно выявляется тенденция к расширению площади и увеличению глубин океана; налицо процесс океанизации.* Автор настоящего труда полагает, что максимум развития океанических режимов с окончательным оформлением глубоководных бассейнов приходится скорее всего на вторую половину третичного периода и антропоген и еще не закончился.

ПРОБЛЕМА ТИХОГО ОКЕАНА И АТЛАНТОЛОГИЯ

Проблема Тихого океана заслуживает подробного и отдельного рассмотрения не только потому, что этому океану отводится важная роль во многих гипотезах происхождения океанов («протоокеан»), о чем уже говорилось несколько ранее. Эта проблема представляет специальный интерес и для атлантологии, ибо, как указывалось во введении, второй частью атлантологии, после проблемы Атлантиды, является изучение возможности былого существования на какой-то части Тихого океана погруженной ныне суши: архипелагов крупных островов или даже материков.

В отличие от Атлантиды, относительно которой сохранилось письменное предание, по пока еще не обнаружены остатки материальной

культуры, в районе Тихого океана найдены остатки исчезнувших цивилизаций, но зато не сохранилось никаких письменных источников (попытки прочитать письма кохау-ронго-ронго с острова Пасхи еще не привели к результатам, дающим какие-либо указания на прошлую историю острова). Эти цивилизации связаны с окраинами океана. Прежде всего следует упомянуть о древней цивилизации острова Пасхи, а также и об исчезнувших легендарных островах Дэвиса. Эти острова были открыты в конце XVII в. в районе острова Пасхи (при 27° ю. ш. и 105° з. д.), но потом вновь найдены не были. Хотя блестящие исследования Тура Хейердала значительно подвинули вперед разрешение загадки острова Пасхи, но, по нашему мнению, все же еще остается много темных и загадочных мест истории заселения этого острова. Если в этом районе Тихого океана некогда могли быть более крупные участки суши, то мы вправе назвать их *Восточной Пацифидой*.

Остатки еще более загадочной исчезнувшей цивилизации, о которой не сохранилось никаких достоверных легенд или преданий, известны в районе Каролинских островов, с которым мы связываем проблему *Западной Пацифиды*. Наконец, ближе к центральной части океана также было возможно существование значительного участка суши, скорее всего архипелага крупных островов, частью которых являются современные Гавайские острова (*Гавайида*). Все эти места являются предметом изучения со стороны атлантологов неспроста — они связаны с ныне погруженными, геологически молодыми обширными горными системами, о которых несколько подробнее будет сказано в следующей главе. Следует только оговориться, что проблема погибших материков и островов Тихого океана еще более сложна, чем проблема Атлантиды. Здесь мы рассмотрим в самых общих чертах только некоторую, очень небольшую геологическую часть вопроса в связи с природой и происхождением Тихого океана. Более подробные атлантологические исследования проблемы Тихого океана должны послужить предметом специального труда.

Любопытной особенностью Тихого океана, имеющей прямое отношение к молодым движениям его дна, являются так называемые *гайоты* — плосковершинные подводные горы, впервые обнаруженные Хессом. Хотя гайоты в дальнейшем были найдены и в других океанах, но нигде они не встречаются в таком изобилии. По поводу гайотов В. В. Белоусов (195) пишет: «Поскольку плоские вершины гайотов образовались, вероятнее всего, за счет абразии, они также указывают на погружение дна и углубление океана. В центральной части Тихого океана гайоты погружены в настоящее время на глубину около 1500 м, т. е. того же порядка, что и мощность коралловых построек. Гайоты, находящиеся на больших глубинах, могут быть причислены к более древним и начавшим погружаться раньше».

Известного внимания заслуживает предложенная еще в 1934 г. Джонсом (295) гипотеза, согласно которой понижение уровня Мирового океана, предполагаемое в связи с проблемой существования затопленных ныне водой подводных каньонов (см. следующую главу), было вызвано оседанием дна Тихого океана, сменившимся затем излиянием огромных масс лавы, вследствие чего опять произошло всеобщее поднятие уровня океана.

Г. У. Линдберг (295/180) в связи с гипотезой Джонса ставит одну из загадок биоплярного распространения морских животных. Если во время оледенения северная холодолюбивая фауна Атлантического океана устремилась на юг, то в Тихом океане, наоборот, эти виды почему-то устремились на север, как бы убегая вслед двигающемуся за ними термическому барьеру. Кроме того, не менее удивительны факты нахождения тропической коралловой фауны, требующей средней годичной температуры воды в 19° , не только в бухте Номы, вблизи Токио (Япония), но даже в Пенжинской губе Охотского моря! Поскольку одностороннее

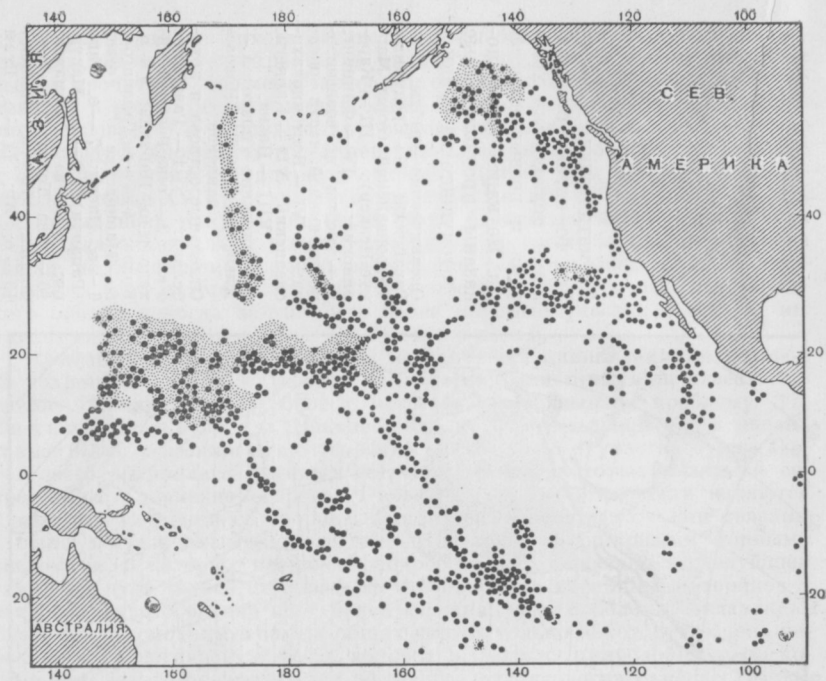


Схематическая карта Тихого океана с основными подводными хребтами и возвышенностями. На карте также показаны предполагаемые затонувшие материи.

Океанические хребты: I — Гавайский; II — Средний Тихоокеанский (горы Маркус-Неккер); III — Каролинский; IV — Фаннинг; V — хребты и возвышенности южной части океана; VI — Восточнотихоокеанский; VII — Карнеги; VIII — Наска.

Океанические плато: A — Альбатрос; B — Новозеландское.

Отдельные острова и архипелаги: 1 — Гавайские о-ва; 2 — о-ва Ревалль-Хихело и о. Партида; 3 — о. Кокос; 4 — о-ва Галапагос; 5 — Маркизские о-ва; 6 — о. Пасхи; 7 — о. Рапа (Рапаити); 8 — о. Макуори; 9 — о-ва Кермадек; 10 — о-ва Тонга; 11 — о-ва Фиджи; 12 — о. Понапе; 13 — о. Яп; 14 — о. Гуам.



Распределение подводных возвышенностей, гайотов и подводных гор высотой более 900 м над окружающим дном Тихого океана (673/192). Горы обозначены крупными точками, возвышенности покрыты мелкими точками

искривление земного экватора совершенно невероятно, то Г. У. Линдберг предположил, что такое потепление вод было вызвано массовыми излияниями лавы на дне Тихого океана. Однако Г. Д. Хизанашвили (424) полагает, что миграция холодолюбивых животных в северном направлении в Тихом океане и одновременная их миграция на юг в Атлантическом океане в начальную фазу плейстоцена может быть связана с предполагаемым им изменением уровня океана в разных широтах вследствие миграции полюсов.

На основе современных исследований считается установленным, что дно Тихого океана в среднем имеет примерно такую структуру: $0,3 \pm 0,1$ км — верхний слой осадков со скоростью распространения продольных волн порядка 2 км/сек; затем следует слой в $1,0 \pm 0,5$ км мощностью, сложенный породами, обладающими скоростью 5 км/сек. Ниже находится слой в $5,0 \pm 1,0$ км со скоростью около 6,8 км/сек; еще ниже скорость — 8,2 км/сек.

Далеко не вся площадь, даже в центральной части океана, характеризуется отсутствием признаков былого существования сиалической коры. Считается, что настоящая граница собственно Тихоокеанского бассейна проходит по некоторой условной линии, называемой андезитовой линией. В области между континентами и этой линией вулканические породы сиалической природы — андезиты (407/32). За пределами андезитовой линии, внутри океана, находится область базальтовых вулканических пород.

Основываясь на сомнительном предположении о преимущественном происхождении андезитов в результате кристаллизационной дифференциации базальтов, Макдональд (602) выдвигает идею существования двух типов андезитов — континентальных и океанических. Он утверждает, что почти все андезиты Тихого океана океанические, происшедшие в результате дифференциации. Это утверждение, по нашему мнению, недостаточно обосновано. Косвенным подтверждением вероятности неокееанического происхождения андезитов Тихого океана являются данные, приведенные Кардером (484) в его докладе на Международном океанографическом конгрессе в Нью-Йорке в 1959 г. Кардер сообщал, что в западной части Тихого океана (т. е. в пределах до андезитовой линии) глубина залегания поверхности раздела Мохоровичича около 15—18 км, т. е. существенно отличается от чисто океанической коры (5 км для центра Тихого океана). Под островами Гуам и Новая Британия строение земной коры близко к континентальному. В свою очередь Рейт (379) отмечает, что в некоторых районах между Гавайскими островами и Северной Америкой, на востоке, имеется тонкий слой сиала мощностью около 1 км. *Интересен также факт существования небольшого, совершенно изолированного гранитного острова Партида (19° с. ш. и 112° з. д.), к западу от островов Ревилья-Хихедо (323/289). Штейнман в 1929 г. на основе этого резонно предполагал наличие в геологическом прошлом тихоокеанского материка.*

Дэли (247/42) и Гиллули (234/21—23) указывают, что на многих островах Тихого океана были обнаружены явно сиалические горные породы: на острове Пасхи — даже риолиты, на Маркизских островах — андезиты, на Галапагосских островах — тоже андезиты, на островах Фиджи — граниты и сланцы, на островах Тонга — гранитные включения и риолиты, на острове Кермадек — тоже граниты, на островах Чатам, Баунти, Окленд — андезиты, на островах Трак, Яп, Ман (Каролинские острова) — андезиты и сланцы*. Понятно, что сторонники гипотезы перманентности океанов для объяснения этих фактов прибегают к представлениям кристаллизационной дифференциации базальтов!

Интересные результаты были также получены при изучении силы тяжести в области Тихого океана. Умбгрове (407/42) указывает, что от Сан-Франциско через Гавайи вплоть до острова Гуам наблюдаются положительные аномалии силы тяжести, характерные для океанического дна. Но у Гуама имеется уже довольно сильная отрицательная аномалия. Гравиметрические данные также свидетельствуют в пользу сиалической природы острова Яп.

Следует отметить, что в свое время среди геологов и палеонтологов довольно популярными были взгляды, согласно которым на месте Тихого океана некогда существовал единый материк — П а ц и ф и д а. Подобные представления — есть результат исследований распространения флоры и фауны как в пределах самой Пацифики, так и окаймляющих ее материков. К сожалению, эти данные в последующем были забыты и игнорированы, будучи заменены взглядами, так или иначе связанными с гипотезой перманентности океанов.

Среди русских и советских ученых наиболее горячими сторонниками реальности Пацифиды были И. Д. Лукашевич и М. А. Мензбир (141, 143, 325). И. Д. Лукашевичем была даже составлена серия палеогеографических карт Пацифиды со всеми ее изменениями вплоть до исчезновения. М. А. Мензбир (325/76) писал: «Объективные данные науки говорят нам, что Великий океан не столь древен, как это можно думать. В своей тропической части он, по-видимому, образовался не ранее миоцена. Но и позднее, гораздо позднее, когда не только произошел чело-

* Совсем недавно на таких вулканических островах, как Курильские, советскими геологами тоже были обнаружены граниты!

век, но достиг известной степени культуры, на лоне его вод поднимались многочисленные острова — одни большие, другие меньших размеров». Учтем, что эти пророческие слова М. А. Мензбир писал сорок лет тому назад!

Следует отметить, что как и в недавнем прошлом, так и ныне имеются отечественные и зарубежные сторонники Пацифиды; из зарубежных ученых — Халлир (543) и Грегори (539). Недавно к гипотезе Пацифиды вернулся болгарский геолог Михайлович (332). Разбирая современные данные о строении земной коры под материками и океанами, в частности, вопрос о расположении поверхности раздела Мохоровичича, Р. М. Деменицкая (246/19) в отношении Тихого океана пишет:

«Действительно, если материк, находившийся на месте Атлантического океана, в мезозое опустился и мощность коры уменьшилась в результате пока непонятных для нас процессов «растворения», то нет веских данных, заставляющих считать, что в области, занимаемой на поверхности Земли Тихим океаном, не могли происходить аналогичные процессы».

В пользу представления о былом существовании какой-то обширной суши в Тихом океане, особенно в его южной части, говорит, например, загадка распространения пресноводной рыбы галаксис, найденной в 1764 г. в Новой Зеландии. Эта рыба живет в южном полушарии между 30 и 60° ю. ш. и встречается в пресных водах как материков, так и некоторых островов этого полушария. Соленую воду она не переносит, поэтому миграция ее морским путем полностью исключается. Известны также еще многие случаи загадочного распространения некоторых животных, необъяснимые без предположения о былом существовании обширных массивов суши на месте современного океана (241/92; 721).

Особенно много разных фактов свидетельствует в пользу предположения о наличии обширной суши в юго-западной части Тихого океана. Гилдули (234/23) отмечает: «Однако есть четкие геологические указания на наличие в юго-западной части Тихого океана в глубоководной области некоторого количества сиала; об этом свидетельствует тот факт, что площадь сиалических плит островов Фиджи, Новой Каледонии и множества других в районе между Фиджи, Новой Зеландией и Австралией была некогда значительно большей, хотя в настоящее время значительная часть этой территории лежит в океанических глубинах. В самом деле, большая часть этого района опущена на глубины не менее 4 км, и проблема погружений может быть сравнена с проблемой поднятия Тибетского плато. Гранитные породы на острове Макуори перенесены ледником, может быть, даже с небольшого массива, но несомненно, что снос мог идти только с расположенных поблизости участков, находящихся теперь на большой глубине за пределами сброса, ограничивающего остров».

В своей недавней статье известный австралийский геолог Фэрбридж (527) указывает, что юго-западная часть Тихого океана может быть подразделена на две бывших материковых провинции: Тасманиду и Меланезиду. В Меланезийской провинции неизвестны ни морские, ни континентальные отложения времен палеозой — палеоген. Вероятно, возвышенности этой провинции представляют собой новую кору, созданную третичными и четвертичными извержениями. Восточная граница Меланезийской провинции ограничивается андезитовой линией. Западный край желоба Тонга, где проходит андезитовая линия, рассматривается Фэрбриджем как край затопленного континента, а земная кора всей провинции является результатом базификации. Меланезида была цельным континентом еще до середины третичного периода, и погружение ее отдельных частей — есть результат очень недавнего молодого опускания. Что же касается Тасманиды, то с возможностью ее существования связана загадка происхождения аборигенов острова Тасмании, кото-

рые могли попасть туда только сушей. Следовательно, связь между Тасманией и Австралией существовала еще в эпоху становления разумного человека.

Сейсмические исследования глубоководного желоба Тонга (378) показали весьма своеобразное строение земной коры: она состоит из четырех слоев, из которых второй сверху (подосадочный), мощностью 3 км, обладает скоростью распространения продольных волн в 5,2 км/сек, т. е. никак не может отвечать «базальтовым» материалам. Поверхность же раздела Мохоровичича опущена, как и у материков, на глубину 20 км. Такими особенностями строения отличаются вообще глубоководные желоба по сравнению с морскими грабенами (например, грабеном Красного моря), где сиалический слой уже полностью ассимилирован. Здесь же процесс только начинается — следствие молодости таких желобов.

Севернее Новой Гвинеи расположено обширное подводное Каролинское плато, на котором находятся одноименные острова. *Этот район загадочной мегалитической культуры, о времени происхождения которой и о народе, ее создавшем, мы ничего достоверного не знаем.* Также весьма отрывочны легендарные сведения аборигенов островов, собиравших полуфантастические легенды. *Основной центр этой культуры находился на острове Понапе, где сохранились остатки загадочного грандиозного морского порта, высеченного в базальтовых скалах (Нанматал, иногда называемый «Венецией Тихого океана»).* Этот исключительно интересный район бывшей Западной Пацифики, к глубокому сожалению, фактически совершенно недоступен для археологических и океанологических исследований, вследствие того, что Каролинские острова, захваченные США, превращены ими в военно-морские и военно-авиационные базы и объявлены запретной зоной. То же имело место и во времена японского владычества.

Но и в центральной части Тихого океана есть область, существенно отличающаяся от окружения, — подводный Гавайский хребет, продолжающийся далеко на север, вплоть до района Командорских островов. Этот хребет представляет собой огромную горную систему — широкое сводовое поднятие (до 1100 км ширины) высотой до 1000 м, вдоль которого расположены гряды гор. Вершины гор выступают над поверхностью океана в виде Гавайских островов. В северной части вершины хребтов хорошо выровнены и покрыты скоплениями окатанной гальки (583). Сторонники гипотезы перманентности океанов утверждают, что галька была принесена плавучими льдами. Но чем же объяснить плосковерхие вершины, если только не абразией морскими волнами? Гальки были обнаружены и много южнее. Г. В. Корт (275), указывая на это, предполагает, что плавучие льды в плейстоцене доходили даже до 10° с. ш., а не до 30° с. ш., как обычно предполагается. Это утверждение кажется нам необоснованным. Если гальки ледникового происхождения, то они должны состоять главным образом из сиалических горных пород западной части Северной Америки и Аляски, где к морю в плейстоцене спустились мощные ледники.

Гавайские острова — единственное место Центральной Пацифики, где встречаются действующие вулканы; магма их толейтовая. Но на островах были обнаружены также и андезиты (234/20; 602). Дитц и Менард (499) сообщили об открытии подводных террас на цоколе островов и считали, что они некогда были шельфом. Мы полагаем, что область подводного Гавайского хребта в не столь далеком прошлом была более крупным участком суши — Гавайидой; быть может, остатки ее погрузились на память человека, о чем сохранились предания полинезийцев о прародине, счастливой стране Гавайики, о расположении которой имеются самые разнообразные предположения. Мы также считаем, что некогда в районе Гавайиды могла быть цепь островов и даже более зна-

чительных участков суши, через которые проходила миграция человека (вероятно, праайноских и монголоидных племен мезолита и неолита) из Азии, как в направлении к берегам Америки, так и к югу от Гавайских остров — в Полинезию.

В. Г. Корт (275) на основании результатов, полученных во время 34-го рейса экспедиционного судна «Витязь», пишет: «Обнаружено несколько неизвестных ранее подводных гор вулканического происхождения, в прошлом являвшихся островами и испытавших затем погружение. Открытие этих гор дополняет прежние представления о распределении в пределах Тихого океана проявлений вулканизма и подтверждает существование в прошлом в области Тихого океана островных мостов, связывавших материи, лежащие по периферии океана».

Вдоль всего тихоокеанского побережья обеих Америк простирается горная цепь Анд — Кордильеров. Как полагает В. В. Белоусов (192), характер ее строения свидетельствует о том, что мы имеем здесь дело с восточной половиной складчатой зоны, тогда как западная часть ее должна быть погружена под воды океана. Развивая эту идею, В. В. Белоусов (194/510) считает, что к этой горной стране ранее принадлежало подводное плато Альбатрос (прилегающее к району Кокосового и Галапагосских островов) и другие возвышенности, на одной из которых находится остров Пасхи.

В. В. Белоусов не исключал возможности былых связей этого острова с какими-то погружившимися участками суши. По поводу строения земной коры в этой области Оливер, М. Юинг и Пресс (352) пишут: «Гутенберг сделал вывод, что точкам вблизи (и восточнее) возвышенности соответствует кора континентального типа мощностью в 20—30 км. Вызывались некоторые сомнения относительно надежности этого метода, но выводы, по-видимому, все-таки правильны. Дали указывает на типично континентальные породы острова Пасхи и предполагает, что «плато представляет собой широко распространенный, но сравнительно маломощный пласт породы континентального типа». Данные настоящей статьи в основном подтверждают это, хотя и не являются достаточно убедительными».

В своем обзоре Вуллард (706) указывает, что к востоку от острова Пасхи, в более глубокой части океана, толщина земной коры всего 4 км, из которых на слой кристаллических пород приходится лишь 2 км. В районе же подводного хребта Наска, расположенного северо-восточнее и простирающегося от Восточно-Тихоокеанского срединного хребта по направлению к побережью Перу, толщина земной коры 15 км. К западу от Эквадора другой подводный хребет, Карнеджи, простирается по направлению к Галапагосским островам, отделяясь от материка узким желобом.

Можно не без основания предполагать, что остров Пасхи генетически связан с ныне погруженной под уровень океана сушей, пережившей катастрофическое опускание со значительной переработкой бывшего ландшафта, которую мы назовем Восточной Пацифидой. Таким образом, раскритикованные в свое время взгляды Макмиллан Брауна о возможности существования в недалеком прошлом архипелага островов, генетически и этнически связанных с островом Пасхи, неожиданно получают некоторое подтверждение.

Исключительно интересно сообщение Кронуэлла (254) на Международном 10-м тихоокеанском конгрессе об открытии на острове Рапа (Рапаити, к юго-западу от островов Мангарева) каменных углей, что неоспоримо свидетельствует о былых материковых условиях в этой части океана. Состав растительности острова тоже говорит о древности островной флоры. На основе этих открытий, впрочем, пропедших незамеченными, Кронуэлл резонно предположил существование в районе Полинезии и к югу от нее ныне погруженной обширной суши.

Перейдем теперь к некоторым обобщениям. Ревелл (647) указывает, что область Тихого океана была ареной геологической активности большого масштаба во время поздней истории Земли. Исследования на атоллах Бикини и Эниветок показали, что они формировались как атоллы на вулканическом доколе в третичном периоде. Окаменелости, поднятые со Срединного Тихоокеанского хребта, оказались происходящими из мелководья олигоцена. Даже такие сторонники древности Тихого океана, как Менард и Гамильтон (411), в своем докладе на Международном 10-м тихоокеанском конгрессе вынуждены были признать, что нынешние подводные горы некогда были островами, затем стали мелководными банками, а потом опустились еще глубже. Самые древние находки относятся к рифовым кораллам мелового периода.

Эхара Шинго (508) на основе изучения тектонической истории Японских островов пришел к заключению, что начало тектонических движений в области Тихого океана следует отнести к нижнему миоцену. Забегая несколько вперед, сообщим, что, по нашему мнению, и в Атлантическом океане тектоническая активность относится к этому же времени.

Д. Г. Панов (363), исследуя тектонические и геологические условия пространств Тихого океана, пришел к заключению, что в свете современных данных Тихий океан рисуется молодым, но в ходе развития неотектонических движений пережившим погружения на больших пространствах. «Преобладающая по площади часть дна Тихого океана представляет активизированную платформу, далекую от неизменного и «догеосинклинального» состояния, которое ей так часто приписывается. Тихий океан, как и все океаны, молод и в своем образовании, хотя и сохраняет унаследованные черты былого развития».

Как можно судить, *представление о большой древности Тихого океана придется, видимо, сдать в архив геологических гипотез*. Мы вполне присоединяемся к словам В. В. Белоусова (194/511): «Можно утверждать, таким образом, что совсем недавно, частично даже на глазах человека, Тихий океан чрезвычайно сильно расширился за счет прилегающих частей материков, которые как бы утонули в нем со своими молодыми хребтами. Вершины последних видны в гирляндах островов Восточной Азии».

Глава 9

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОКЕАНОВ

Океанографические исследования последних десятилетий привели к открытиям, которые плохо согласуются с гипотезой перманентности океанов. К их числу относится обнаружение подводных долин и каньонов, плосковерхих подводных гор — гайотов, погруженных абразионных террас, глубоководных песков явно терригенного местного происхождения, остатков флоры и фауны мелководья (даже пресноводной фауны) за пределами шельфа и склона материков, а также открытие огромных погруженных горных систем — срединных океанических хребтов с очень сложным и весьма своеобразным расчлененным рельефом.

Эти факты исключительно важны и для проблемы Атлантиды, так как в ряде случаев они со всей несомненностью свидетельствуют либо о молодости самих океанов, либо об имевших

место больших опусканиях, либо о былом наличии значительных участков суши, находившихся длительное время в субаэральных условиях.

Все эти факты противоречат гипотезе перманентности океанов и в корне подрывают самое основу ее — принцип неизменности океанического дна. Поэтому для спасения устоев этой гипотезы были выдвинуты новые вспомогательные гипотезы, зачастую полуфантастического характера, вроде гипотезы мутьевых течений; значительно переоценены такие факторы, как подводная эрозия или придонные течения. Критическому рассмотрению этих гипотез и представлений будет посвящена значительная часть настоящей главы.

Сама собой разумеется большая важность рассматриваемых вопросов для проблемы Атлантиды, особенно вопроса о срединных океанических хребтах — ведь с одним из них (Срединным Атлантическим) мы связываем былое существование Атлантиды. Поэтому следует особенно подробно остановиться на рассмотрении природы, причин и времени возникновения этих хребтов.

Есть основания также предполагать, что опускание Атлантиды являлось лишь одним из этапов значительных тектонических опусканий, характеризующих процесс океанизации и получивших одновременное распространение в текущую геологическую эпоху во многих местах земного шара. Это приводит к гипотезе Всемирной трансгрессии антропогена, соображения о которой будут приведены в конце настоящей главы.

А. ПОДВОДНЫЕ ДОЛИНЫ И КАНЬОНЫ

Прежде всего разберем не совсем еще ясную проблему подводных долин и каньонов. В. Н. Сакс (385) отмечает, что подводные долины и каньоны насчитываются ныне многими сотнями. Они были обнаружены у берегов обеих Америк, у побережий Европы и Африки, в Средиземном море, в Индийском океане, у восточных берегов Азии и около многих океанических островов. Таким образом, подводные долины и каньоны распространены на Земле повсеместно. Кроме того, оказалось, что склоны материковой отмели нередко изрезаны множеством мелких долин; за последние десятилетия подводные каньоны были также обнаружены непосредственно на дне океана, параллельно берегам материка.

Как указывает Д. Г. Панов (362), создалась известная неопределенность в самой терминологии и понимании ее. Некоторые исследователи различали собственно подводные долины, подводные фьорды и подводные каньоны, другие же не проводили таких различий.

Подводными каньонами называли подводные долины, по своему поперечному профилю и характеру русла похожие на каньоны суши.

Собственно подводные долины служат несомненным подводным продолжением речных долин, либо ныне существующих, либо существовавших ранее.

Подводные фьорды являются особенностью шельфа некоторых участков материков и отдельных полярных островов. Они обладают типичным троговым (корытообразным) поперечным профилем и часто несут морены.

Подводные долины могут быть разделены на три типа (362). К первым двум относятся собственно подводные долины, которые могут быть либо современного происхождения, либо унаследованными. Современные подводные долины связаны с процессами сползания неконсолидированных осадков на шельфах; унаследованные долины, главным образом во время оледенений, были субаэральными; они врезаны в твердые породы, тоже располагаясь на прибрежном мелководье и на поверхности шельфа. К третьему типу относятся подводные каньоны, среди которых различаются подводные каньоны материкового склона (также и на продолжении подводных долин шельфа) и подводные каньоны дна океанических бассейнов.

Для объяснения происхождения подводных долин и каньонов был предложен ряд гипотез; их можно разделить на две большие группы: гипотезы, защищающие субаэральное происхождение долин, и гипотезы, предполагающие возникновение подводных долин и каньонов в чисто подводных условиях в результате воздействия морских факторов.

Большое сходство подводных долин и каньонов с подобными формами рельефа суши делает наиболее приемлемым предположение об их субаэральном происхождении; такого мнения придерживались многие видные ученые. Академик Л. С. Берг (198/305) писал: «Итак, вместе с американским автором проф. Шепардом и с Г. У. Линдбергом мы убеждены, что подводные долины — есть образования субаэральные, есть результат затопления обычных, наземных речных долин». Французский ученый Буркар (209/283) выражается еще более категорически: «Гипотеза эрозийного (речного) происхождения каньонов представляется в настоящее время единственно удовлетворительно объясняющей все известные нам факты». Однако позже стали известны подводные каньоны на дне океана, проходящие параллельно материковому склону. Пока еще не удастся установить их связь с существующими или ранее существовавшими реками.

Не меньшие трудности возникают и при попытках подыскать причины, вызывавшие затопление долин. Для этого требуется признать либо весьма значительные изменения уровня

Мирового океана, превосходящие величину эвстатических колебаний, связанных с оледенениями, либо не менее значительные изменения соотношений между сушей и морем в связи с опусканиями дна океана. Ни то, ни другое неприемлемо с позиций гипотезы перманентности океанов.

Поэтому, вследствие противоречия точки зрения на субаэральное происхождение подводных долин и каньонов взглядам, господствующим среди американских океанологов и геологов, группа авторов (514) выдвинула ряд возражений и подобрала некоторые гипотезы, постулирующие происхождение этих форм рельефа в результате подводной эрозии, особенно вследствие потоков, несущих с собой большие массы взмученного ила и песка (так называемые мутьевые течения, о которых подробнее будет сказано дальше). Под напором возражений сторонников подводной эрозии Шепард, хотя и объяснил многие из возражений, был вынужден в конце концов отойти от своих первоначальных взглядов.

Лишь гипотеза Г. Д. Хизанашвили (423/127) оказалась способной справиться со многими затруднениями. Он пишет: *«Динамика оси вращения и уровней океанов совмещает колебание уровня с неизменностью количества океанских вод. Все перечисленные явления получают разрешение при одном допущении: иного взаимного положения дна океана и его уровня, т. е. иной глубины океана, при ином положении оси вращения. В сущности, одной загадки подводных долин было бы достаточно, чтобы сделать неизбежным это допущение».*

По нашему мнению, наиболее близко к разрешению проблемы подводных долин и каньонов подошел Д. Г. Панов (362). Он связывает их происхождение с тектоническими процессами, протекавшими либо на разделах материк — материковый склон — океаническое дно, либо являвшимися следствием неотектонических движений в пределах дна самого Мирового океана. При этом в одних случаях происходил просто изгиб земной коры в пограничной полосе материк — океан, с образованием материковой флексуры, развитие которой увлекало вглубь поверхность материкового шельфа и склона.

В других случаях имело место образование тектонических разрывов и трещин, определявших заложение и распространение подводных каньонов материкового склона. Что же касается подводных каньонов на поверхности дна океана, то их происхождение стоит в зависимости от образования разрывных нарушений земной коры. Одни из таких трещин послужили источником базальтовых излияний, вдоль других создавались разнообразие формы вулканического рельефа.

Наконец, в более редких случаях создавались трещины без смещения в плоскости разрыва, которые и дали начало океаническим подводным каньонам. *«Погружение и расширение*

океанических и морских бассейнов является единственной причиной, способной удовлетворительно объяснить как всемирное распространение подводных каньонов, так и разнообразие их типов», — заключает Д. Г. Панов [подчеркнуто нами. — Н. Ж.]. Говоря о времени образования подводных долин и каньонов, Шепард и Эмери (668) на основании изучения пород, в которых были вырезаны каньоны, полагают, что они могли иметь место только в кайнозое, точнее — плейстоцене. Так, эндемичная фауна островов у берегов Калифорнии указывает, что опускание происходило в раннем антропогене. Изучение подводного каньона реки Конго показывает, что образование его происходило геологически в очень недавнее время. Шепард, основываясь на данных Мэтса, относящихся к каньонам суши, предположил и для подводных каньонов субаэральное происхождение и считает, что для последних требовался срок меньший 100 тыс. лет, вероятнее всего — 10 тыс. лет.

Признание тектонических движений причиной нахождения долин и каньонов под водой лишает остроты спор о субаэральном или подводном их происхождении, ибо разной природы каньоны могут образовываться как субаэрально, так и под водой. Однако это дает повод сторонникам гипотезы перманентности океанов и выступить с утверждением, что существование подводных каньонов еще не может служить доказательством в пользу молодости океанов. А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев (253/27) пишут: «В свете новых взглядов на природу подводных долин их существование отнюдь не является признаком значительной амплитуды колебаний уровня океана. Эти долины, предопределенные тектоникой, лишь в своих верхних частях испытали воздействие субаэральных процессов». На это следует прежде всего возразить, что и на суше многие речные долины и каньоны тоже предопределены тектоникой. Все же какая-то часть ныне подводного каньона, как вынуждены согласиться А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев, во многих случаях была некогда субаэральной. Затем, очень трудно найти границу между бывшей субаэральной и собственно океанической частями каньона (если последняя вообще существует), что признают и А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев: «Хотя в общих чертах намечается разделение подводных каньонов на отдельные части, связанные с преимущественной деятельностью процессов эрозии и размывающей и аккумулирующей деятельностью суспензионных потоков, все же для точного определения границ этих частей необходимы исключительно детальные комплексные исследования, в том числе сбор проб коренных пород и донных отложений, тщательно привязанных к деталям рельефа». Эта концепция грешит преувеличением роли суспензионных (мутьевых) потоков, этого любимого детища американских океанологов.

Б. ГАЙОТЫ

Переходим теперь к вопросу о плосковерхих подводных горах — гайотах. А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев (253/27) пишут: «Как доказательство широких региональных опусканий земной коры в области океанов рассматривались также плосковершинные подводные горы, так называемые гайоты. Однако в результате работ последних лет выяснилось, что плоские вершины гайотов, представляющие собой абразионные поверхности выравнивания, лежат на самых различных уровнях. Опускания гор происходили не одновременно и не в одном темпе, а локально. Следовательно, и эти факты нельзя рассматривать в качестве доказательства молодости океанов». Но все же факты остаются фактами — опускания гайотов на значительную глубину безусловно имели место. Другое дело, как подходить к пониманию этого факта. Как уже указывалось ранее, *мы не имеем никаких оснований приписывать опусканиям гайотов характер спокойного, плавно протекающего процесса, шедшего везде с одинаковой скоростью*. Наоборот, наличие в областях опускания разного рода сбросов, расколов и т. п. доказывает, что этот процесс шел скачками, неравномерно и неодновременно. Опускание имело общий характер для всей рассматриваемой области, но в каждой отдельной части скорость его могла быть различной. Также различными были и высоты отдельных гор — будущих гайотов — по отношению к уровню океана или окружающей местности. Ссылка на значительные мощности коралловых построек, как дальше пишут авторы, тоже не является доказательством в пользу относительной древности окружавшего их океана. Пока известно только два хорошо изученных в этом отношении коралловых острова — атоллы Бикини и Эниветок, на которых бурением были вскрыты вулканические породы*.

В. ГЛУБОКОВОДНЫЕ ПЕСКИ И ГИПОТЕЗА МУТЬЕВЫХ ТЕЧЕНИЙ

В ряде случаев на станциях глубоководных океанографических экспедиций в пробах грунтов, взятых со дна океанов, вдали от берегов и шельфа, обнаружено присутствие терригенных материалов — сравнительно крупных частиц песка, которые не могли быть занесены ни ветром, ни обычными морскими течениями. Очень многие участки дна с такими глубоководными песками, как их называют, были обнаружены в различных местах на разных глубинах, особенно в Атлантическом и Индийском океанах. Иногда в таких пробах находили даже остатки растений суши.

Осадки из частиц терригенного происхождения, встречающиеся на дне океанов, вдали от берегов и шельфа, могут доставляться туда либо ветром, либо морскими течениями. Но и в том и в другом случае они

* См. примечание редактора № 10.

имеют весьма незначительную величину частиц. Это так называемые алеврит (пылеватые частицы размером 0,10—0,01 мм) и пелит (илистые частицы размером в 0,01 мм и меньше). Более крупные частицы, до 1,00 мм, обычно именуются песками, еще более крупные — гравием.

Хотя ветер и способен переносить пыль континента на очень далекие расстояния в море (так, пыль Сахары обнаруживается на многие сотни миль от берега в морских осадках), но такая пыль ведет лишь к образованию алеврита и пелита. Волнение вблизи берегов может взмучивать придонные пески, но материал перемещается, как показали наблюдения, весьма медленно. Только мелкая муть, поднятая со дна, долго не осаждается и может быть унесена на далекие расстояния. И лишь океанические волны в штормовую погоду могут поднимать пески и даже более крупные частицы с глубины в несколько десятков метров. Но и в этом случае перенос песчаных материалов на далекие расстояния от берега практически маловероятен. Следует отметить, что флотационные процессы у берегов могут привести к тому, что пена, образующаяся во время прибоя, может уносить с собой частицы песка размером 0,5—1,0 мм и даже более 3 мм на довольно большие расстояния от берега, но, конечно, не на многие десятки или сотни километров.

Что же касается способности морских течений переносить крупные частицы терригенных материалов, то для наиболее мощного из течений — Гольфстрима, при его скорости у берегов Флориды (при выходе в океан) в 2,5 м/сек, вполне возможно перекачивание по дну гальки величиной в голубиное яйцо. Но при переходе в открытый океан скорость Гольфстрима падает до 20 см/сек, что дает возможность переносить лишь частицы мелкого песка, размером в 2 мм и меньше. В самом же открытом океане скорость Гольфстрима меньше 1 км/час. При этой скорости течение может нести только самые мелкие илистые частицы. В таких условиях Гольфстрим пересекает Северо-Атлантический хребет и приближается к берегам Европы. Следовательно, *нахождение в этих местах песчаных материалов достаточной крупности свидетельствует о том, что они не могли быть принесены ни ветром, ни Гольфстримом.* Кстати упомянем, что, по данным В. П. Зенковича, частицы диаметром крупнее 1—2 мм перемещаются только при действии волн, мельче же 0,05 мм — только при действии течений. Наносы частиц промежуточных размеров (песка) происходят при комбинированном действии обоих факторов.

Сам собой напрашивается вывод о том, что глубоководные пески на далеких от современной суши расстояниях образовались в связи с опусканием какой-то близко расположенной суши прошлого. Но такой вывод совершенно не устраивает сторонников перманентности океанов. Они объясняют присутствие песков гипотезой мутьевых (суспензионных или турбидных) течений («turbidity currents» — именно течений, а не потоков — «flows») (233), т. е. придонных течений, которым были приписаны совершенно невероятные способности, как-то: прорезать подводные каньоны, в том числе и в гранитных скалах, переносить на расстояния в тысячи километров от берега мутную взвесь глины, песка и даже галек, намывать хребты высотой в километры, переваливать через возвышенности, тоже высотой в километры, и т. д. и т. п. В настоящее время это одна из наиболее «модных» гипотез среди океанологов и геологов моря, неумеренно пропагандируемая. Попытки универсального ее применения, далеко не всегда удачные и часто не выдерживающие объективной критики, можно встретить в большинстве современных работ, особенно американской школы. *Ныне эта гипотеза является основным базисом для гипотезы перманентности океанов, она мешает объективному пониманию природы и истории океанов, стала явно консервативным и тормозящим науку фактором.* Поэтому на гипотезе мутьевых течений следует остановиться особенно подробно, тем более что никто серьезно еще не занимался ее критикой.

Прежде всего необходимо сказать следующее. Сторонники гипотезы обычно переносят данные, полученные как при непосредственных наблюдениях в мелководных (пресноводных) озерах и прибрежных гаванях, так и на основе специально проведенных лабораторных исследований на условия, существующие в океанах, игнорируя, как правило, тот факт, что в океане процессы происходят не только в условиях более плотной соленой воды, но, что наиболее важно, и на глубине многих сотен метров и даже километров, т. е. под давлением столба жидкости, измеряемом многими сотнями атмосфер. При этом суспензионные потоки из областей низких давлений продвигаются в области весьма высоких давлений.

Как будет вести себя суспензионный поток в действительности, еще неизвестно. Ни одна лабораторная установка не воспроизводит действительных условий движения суспензионного потока в глубинах океана, и ни один из теоретических расчетов в должной мере не учитывает этих особенностей. Опубликованные работы достаточны только, например, для получения данных о процессах заиления гаваней, но совершенно неубедительны для создания более или менее правдоподобных представлений о том, что же в действительности происходит на дне океана. Отсутствием критического отношения к гипотезе мутьевых течений и условий эксперимента, имитирующих движение суспензионных потоков на больших глубинах, страдает также новейшая работа Л. В. Поборчей (368).

Сторонники гипотезы мутьевых течений выдвигают три основных причины возникновения этих течений: 1) речные потоки, 2) подводные оползни и 3) землетрясения (368). Следует еще раз остановиться на самой терминологии. С самого начала необходимо четко разграничить отдельные суспензионные потоки от так называемых «классических» мутьевых течений американской школы. Такие «течения», если бы они и могли существовать, то только лишь на продолжении речных долин. Потоки же мути, возникающие в силу гравитационных причин (оползни) или землетрясений, — это спорадические, случайные суспензионные потоки, но отнюдь не течения. Отрицать такие потоки было бы нелепо*.

Еще в 1936 г. Дэли (493) предположил возможность существования придонных течений, несущих значительные количества ила, песка и даже более крупных частиц. Масса воды, содержащая минеральные вещества в виде суспензии, плотнее, чем чистая вода. Поэтому муть должна стекать вниз под слоем чистой воды. Дэли предположил, что большие количества ила должны были взмучиваться штормовыми волнами в ледниковые эпохи плейстоцена, когда уровень моря был несколько понижен. Спригг предположил, что даже речные воды, несущие груз ила, обладают большей плотностью, чем морская вода, и поэтому после впадения в море они погружаются.

Лэндес (585), критикуя гипотезу мутьевых течений, пишет, что течения не были найдены в океане, несмотря на то что некоторые мощные реки несут осадки к головам подводных каньонов, имеющих более крутые уклоны русла, чем, например, у искусственного пресноводного озера Мэд (США). Там были обнаружены явления, сходные с мутьевыми течениями, равно как и в некоторых швейцарских озерах. А такие мощные реки, как, например, Конго, впадающие в море, несут свои осадки с пресной водой до тех пор, пока вследствие замедления скорости эти осадки начинают опускаться на дно через ниже лежащую спокойную соленую воду. Никаких мутьевых течений здесь обнаружено не было. *Имеющиеся сведения о наблюдениях мутьевых течений, несомненно, относятся к отдельным, спорадическим потокам, а также просто к ополз-*

* К сожалению, мы не имеем никаких объективных сведений о расстоянии, которое могут проходить оползни, и зависимости его от мощности слоя осадков и угла склона.

ням. Причем оползни — это не постоянно действующие течения, как пытаются их представить сторонники гипотезы. Никто, никогда и нигде не наблюдал постоянного мутьевого течения (именно течения, подобного существующим постоянно нормальным поверхностным морским течениям). Все доказательства относятся к единичным и кратковременно действовавшим потокам. Даже приводимые в последнее время случаи разрыва подводных кабелей в каньоне реки Магдалена (Колумбия), имевшие место 14 раз за последние 25 лет (550), говорят только о том, что в силу местных условий там довольно часто происходят подводные оползни. То же относится и к случаю наблюдения мутьевого потока известным французским океанологом Кусто во время опускания его на батискафе в районе Тулона.

В продолжение ряда лет сторонники гипотезы мутьевых течений приписывали им разрушение кабелей, происшедшее после землетрясения в районе Большой Ньюфаундлендской банки в 1929 г.; причиной этого считали якобы имевшее место мутьевое течение огромных скоростей (444/282). Нам кажется, что пора развенчать этот миф. Уже вскоре после этого землетрясения канадские ученые — геолог Кейз и сейсмолог Ходжсон, исследовав место разрывов, пришли к заключению, что они произошли вдоль расколов земной коры в проливе Кабота и были следствием чисто сейсмических причин (673/406). Анализ явления, произведенный шведским ученым Кюлленбергом (582), показал, что картина разрушений не отвечает ни направлению предполагаемых мутьевых течений, ни последовательности наступления разрушений. По сообщению же Шепарда (673/30), Терзафи (которого Шепард считает выдающимся специалистом по гидромеханике), полагает, что временное разжижение осадков, двигавшихся подобно волне вниз по склону после землетрясения, вызвало глубокое оседание кабелей в разжиженном слое осадков, что и привело к разрыву вследствие искривлений и растяжений кабелей. Такое объяснение совершенно исключает вмешательство мутьевых течений или даже потоков больших скоростей. «Сопротивление воды, по-видимому, также делает неправдоподобным, чтобы могли развиваться высокие скорости», — заключает Шепард.

По нашему мнению, если бы мутьевые течения были постоянным и непрерывно действующим фактором, играющим столь важную роль, и служили причиной разрывов межконтинентальных кабелей, то вряд ли была бы возможной кабельная связь между континентами, ибо мутьевые течения непрерывно рвали бы все телеграфные кабели, чего в действительности не наблюдается.

Кюнэн (581) попытался с помощью мутьевых течений объяснить образование подводных каньонов, отрицая гипотезу субаэрального происхождения их. Для доказательства он поставил ряд лабораторных опытов на моделях, дно и берега которых были сделаны из гипса. Полученные им положительные результаты Кюнэн перенес на условия образования подводных каньонов в океане. Однако, что легко и быстро удалось на моделях из такого мягкого материала, как гипс, и для «каньонов» лабораторных масштабов, то весьма сомнительно для таких горных пород, как гранит, и для расстояний во много километров. Шепард считает, что нет необходимости привлекать на помощь мутьевые течения, для которых нет доказательств способности производить эрозию в таких твердых породах, как граниты. К этому можно прибавить, что даже для пород средней твердости необходимо предположить длительное существование непрерывно действующих мутьевых течений, а для таких пород, как граниты, их действие должно было бы исчисляться многими тысячелетиями. В то же время, как мы уже указывали, до сих пор неизвестно ни одно постоянно действующее мутьевое течение. Ссылка же на то, что, дескать, во времена плейстоцена такие течения были обычными, но, мол, теперь прекратились, является недоказанным предположением. Затем, если бы даже мутьевые течения, как постоянно и непрерывно действующий фак-

тор, и существовали, и были бы способны разрабатывать в толще горных пород подводные каньоны, то эти каньоны не имели бы столь резко выраженную V-образную или ящикообразную форму, а были бы более уплощенными, без резких углов. Уплощенная форма как раз характерна для подводных долин, являющихся бесспорным продолжением речных долин суши. Уплощенная форма должна получаться потому, что масса мутной воды, двигаясь в подводных условиях и встречая по направлению движения сопротивление впереди лежащих слоев воды, будет течь не узким потоком, как река на суше, а широким веерообразным фронтом. Такой веерообразный характер имеют своеобразные дельты у устьев подводных каньонов, куда сносится и окончательно откладывается осадочный материал.

Наиболее развернутую критику гипотезы мутьевых течений дал один из виднейших современных океанологов, руководитель шведской океанографической экспедиции на судне «Альбатрос», доктор Ганс Петтерссон. На основе своего опыта и работ экспедиции он приходит к таким заключениям (633/149): «Поскольку они [т. е. мутьевые течения] не были прямо наблюдаемы в открытом океане, то их значение для эродирования уплотненных материалов в подводных каньонах сомнительно, так как вода, которую они несут, уже перегружена осадками. Этот взгляд разделяется Шепардом, американским авторитетом по подводным каньонам. Опыты по созданию искусственных мутьевых течений вдоль подводных каньонов посредством взрывов до сих пор были неудачными. Проведенное же до конца современное исследование в умеренных глубинах шведских фьордов, где было неудачно сброшено большое количество осадков, не дало никаких доказательств в пользу возникновения мутьевых течений со сколько-нибудь заметной скоростью». Столь же безуспешными были новейшие попытки искусственно вызвать мутьевое течение в начале подводного каньона Ла Холья (Калифорния), о чем сообщает Баффингтон (477). Ни одна из семи попыток не привела к ожидаемому результату. Баффингтон замечает, что мутьевые потоки не возникают от единичного обвала или оползня. Все явления, приписываемые мутьевым течениям, могут быть объяснены деятельностью потоков низкой плотности и малой скорости. Остается неизвестным, что же тогда может вызывать мутьевые течения американских авторов?

Многие ученые, изучавшие проблему подводных каньонов, убедительно доказывают полную несостоятельность гипотезы происхождения их в результате подводной эрозии, вызываемой полуфантастическими мутьевыми течениями (Л. С. Берг (198), Ж. Буркар (209/181), Г. У. Линдберг (295/102); Махачек (323/639), М. В. Муратов (336/64), Шейдеггер (660), Ф. Шепард (669, 670, 671, 673) и др.).

Еще одним вопросом, для решения которого была предложена гипотеза мутьевых течений, была проблема глубоководных песков. Обнаружение таких песков сторонниками гипотезы выдается за одно из доказательств реальности течений. Они исходят из предположения, что пески могут быть транспортированы мутьевыми течениями за многие сотни и тысячи километров от берегов материков. Обоснованию таких взглядов Эрикссон, М. Юинг и Хейзен (514) посвятили обширную работу. Важнейшие доводы этих авторов сводятся к рассмотрению результатов обследования ряда колонок глубоководных грунтов, взятых главным образом у подножия материкового склона, вблизи подводного каньона реки Гудсон. Оказалось, что в некоторых колонках из абиссальной равнины, на глубине более 4000 м, нижние слои типичных глубоководных осадков (красная глина) были покрыты сверху толстым слоем терригенного песка. Несомненно, что слой песка, сравнительно недавнего происхождения, был доставлен на абиссальное плато по руслу подводного каньона. Это доказывается отсутствием песка в верхних слоях соседних колонок грунтов, взятых за пределами каньона. Отсюда авторы работы делают вывод, что песок якобы был транспортирован мутьевыми течениями.

В других работах (444, 515) сторонники этой гипотезы сообщают еще о некоторых случаях; они обращают внимание на правильную слоистость (по величине частиц) отложенного песка, как на доказательство в пользу гипотезы.

В действительности дело обстоит гораздо проще. Как показали наблюдения, осадки самого различного происхождения могут до поры, до времени лежать спокойно даже на довольно крутых склонах. Так, Мур (252/138) обнаружил в некоторых районах северной части Тихого океана спокойно лежащие осадки на склонах крутизной даже в 15° . Чтобы представить себе значение этой цифры, укажем, что для материкового склона от шельфа вниз, до глубины в 1830 м, уклон в среднем равен: для Тихого океана — $5^\circ 20'$, для Атлантического океана — $3^\circ 05'$ и для Индийского океана — $2^\circ 55'$; для Мирового океана в целом — $3^\circ 34'$. Средний состав осадков принимается состоящим из 60% ила, 25% песка, 10% гравия и 5% раковин и пр. (673/129).

Недавно Мур (617) опубликовал более подробные результаты своих наблюдений и лабораторных исследований подводных оползней и связи их с мутьевыми потоками. Подтвердилась стабильность осадков на подавляющем большинстве подводных склонов; в глубоководных районах оползней — явление чрезвычайно редкое. Осадки оказались неустойчивыми только у склонов речных дельт, вершин подводных каньонов и других аналогичных мест шельфа и склонов. Сфера действия мутьевых потоков, безусловно являющихся производными от оползней, ограничивается всего лишь прибрежными и мелководными районами океанов. Все осадки и формы донного рельефа, приписываемые мутьевым потокам, фактически следствие оползней.

По вопросу же о причинах возникновения оползней мы можем сообщить следующее. *В случае землетрясений осадки, лежавшие до того времени спокойно, лавинообразно низвергаются вниз по материковому склону, особенно если он достаточно крут. Передвижению осадков вниз по склону способствуют следующие один за другим толчки, особенно направленные вниз по склону. При значительной крутизне склона, многочисленности толчков, их повторяемости по склону, а также достаточной мощности сдвинутых слоев осадки могут быть передвинуты на довольно значительное расстояние, иногда вплоть до начала абиссальной равнины.* Не мутьевые течения, а последовательность и направленность толчков при землетрясениях являются причиной передвижения осадков на значительные глубины (633/143).

В своей книге (633/76) доктор Петтерссон писал: «Оставляя открытым вопрос о преобладании мутьевых течений в особых областях моря, единственно справедливым кажется утверждение, что теория, согласно которой они являются преобладающей причиной придонных течений в больших глубинах океана, не подтверждается нашими современными знаниями глубоководных осадков. Еще менее обоснованным кажется заявление, что все случаи обширного плоского дна на больших глубинах произведены мутьевыми течениями. В соответствии с такими взглядами было бы бесполезно собирать и исследовать донные колонки осадков, так как имелись бы подозрения в том, что их слои были перетасованы мутьевыми течениями» [подчеркнуто нами.— Н. Ж.].

Недавно Осборн (629) указал, что предположение о возможности транспортировки мутьевыми течениями грубых обломочных материалов в настоящее время вряд ли может быть подтверждено фактами. Буллард (478) вообще крайне скептически относится к мутьевым течениям как к способу перемещения наносов. Он считает, что в настоящее время гипотеза мутьевых течений находится в очень жалком состоянии. Разбирая возможности мутьевых течений с точки зрения теории турбулентных потоков, Буллард приходит к заключению, что движение их поперек даже плоского дна на большие расстояния невероятно. Имеется еще ряд других его соображений против этой гипотезы, вытекающих из анализа на-

блюдений над распределением осадков, якобы перенесенных такими течениями.

Если рассмотреть статистические данные Ламонтской обсерватории (США) относительно состава колонок глубоководных грунтов на содержание в них песка, то у разных авторов получаются разные выводы. Так, по данным работников самой обсерватории (444/229), из общего числа 500 колонок, взятых в Северной Атлантике, 230 (т. е. около 42%) содержат песчаные или алевроитовые слои, созданные мутьевыми течениями. Следовательно, получается, что почти половина Северной Атлантики якобы захвачена мутьевыми течениями. Однако Шепард (673/180), интерпретируя те же данные, указывает, что только 134 из 550 колонок (т. е. всего лишь около 25%) имели песчаные слои, из чего он делает противоположный вывод — большая часть дна Северной Атлантики не охвачена мутьевыми течениями! Если же посмотреть на карту расположения станций (см. 444/223, фиг. 1 или 417 схема 28), то бросается в глаза бедность их в районе погруженного подводного Среднего Атлантического хребта. Не подтвердились выводы сторонников этой гипотезы и в отношении Индийского океана (579).

Наиболее объективно подошла к оценке мутьевых течений видный советский океанолог, профессор М. В. Кленова (273/183); она пишет: «Необходимо будет заняться специально вопросом о суспензионных — «мутных» — течениях, так как некоторые американские исследователи придают им явно преувеличенную роль в процессе морского осадкообразования. Колонки с больших глубин южной части Северо-Американской котловины также не подтвердили мнение о распространении песчаных прослоек на абиссальных равнинах...» (см. также 579).

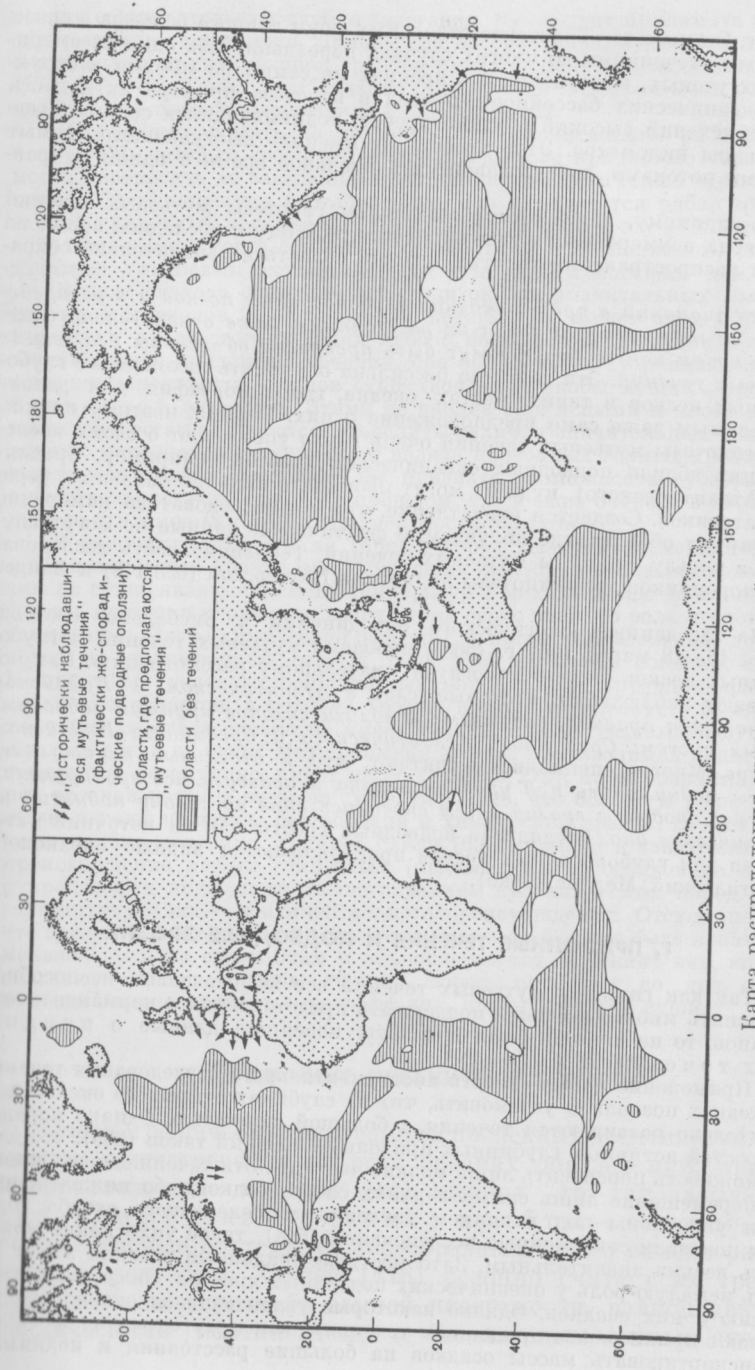
Неумеренность увлечения мутьевыми течениями вынуждены признать также некоторые советские океанологи, сторонники этой гипотезы. Так, Г. Б. Удинцев (404/49) пишет: «В условиях Тихого океана суспензионные потоки могут играть существенную роль в выравнивании рельефа лишь в восточной части океана, где зона материкового склона непосредственно граничит с ложем океана. В остальных частях океана, где зона материкового склона отделена от ложа океана глубоководными океаническими желобами, представляющими как бы ловушки для суспензионных потоков, роль последних в выравнивании поверхности ложа представляется сомнительной».

Райби и Бекл (652) утверждают, что некоторые явно терригенные материалы, найденные вблизи южных отрогов Северо-Атлантического хребта, были принесены туда мутьевыми течениями со стороны африканского материка*. Но для этого им пришлось бы совершить фантастическую работу — пронести эти материалы в компактном виде на расстояние более 900 км и подняться на высоту около полутора километров вверх по склонам, ибо между берегом континента и станцией на глубине 3577 м, где были обнаружены терригенные материалы, находится впадина в 4967 м!

Не менее невероятны утверждения Менарда (612), самым серьезным образом докладывавшего на Международном симпозиуме во Франции, что мутьевые течения могут проходить по дну океана до 2000 км! Какую же невообразимо фантастическую работу должны проделать эти течения, пронеся на таком длинном пути взвесь крупного песка и глины и преодолевая сопротивление столба жидкости, находящегося под давлением в многие сотни атмосфер!

Верхом же не критического отношения к мутьевым течениям является случай, приводимый А. В. Живаго (252/138) и относящийся к одному из докладов на Международном океанографическом конгрессе в Нью-Йорке

* Эти соображения, равно как и ряд других, столь же равноценных, были приведены без их критической оценки в статье Л. В. Поборчей (368), что явно односторонне ориентирует неискушенного читателя.



Карта распределения мутьевых течений в Мировом океане по взглядам сторонников гипотезы мутьевых течений (509)

в 1959 г. Он пишет: «Трактовка отдельных форм донного рельефа в связи с мутными течениями во многих случаях нереальна. Так, один из американских ученых, выступавших в прениях на семинаре «Форма и структура океанических бассейнов», привел в качестве примера активности мутных течений высокий и узкий хребет, поднимающийся со дна более чем на два километра. Этот хребет, по мнению выступавшего, намыт мутными потоками, действовавшими длительное время в одном направлении».

По-видимому, даже самим создателям гипотезы мутьевых течений стала ясна неумеренность увлечения ими, поэтому в последнее время на картах распространенности этих течений область их значительно сократилась.

Все аномалии в происхождении глубоководных песков и в распределении их по крупности зерна на расстояниях, даже относительно близких к краям континентов, могут быть прекрасно объяснены без всяких мутьевых течений. Эта гипотеза бессильна объяснить нахождение глубоководных песков в таких местах океана, где топография дна делает немислимым даже само предположение о них. Видимо, поэтому сторонники гипотезы мутьевых течений очень глухо упоминают о своих исследованиях вблизи подводных океанических хребтов (например, Среднего Атлантического), куда не могут проникать никакие оползни с берегов материков. Создается впечатление, что эти исследователи намеренно игнорируют области, где получаемые фактические данные не могут служить в пользу гипотезы мутьевых течений. Тенденциозность исследований сторонников этой гипотезы подметили Петтерссон (633/148) и Лэндес (585).

На заседании Геологического объединения в Висбадене, состоявшемся 15—18 марта 1957 г. (568), проблема мутьевых течений и глубоководных песков была подвергнута тщательному рассмотрению. Как показывают наблюдения, *песчаные слои в Атлантическом и Индийском океанах, как правило, оказываются вблизи склонов крупных подводных горных систем: Среднего Атлантического и Среднего Индийского хребтов. Многие специалисты считают, что в отдельные периоды эти хребты поднимались над уровнем океана и подвергались эродирующим агентам; продукты эрозии затем сносились вниз по склону поднятий на океаническое дно.* Взгляда на подводные хребты как на источник материалов для глубоководных песков придерживаются видные океанологи (Дригальский, Меллис, Ярке).

Г. ПРИДОННЫЕ ТЕЧЕНИЯ И ПОДВОДНАЯ ЭРОЗИЯ

Так как гипотеза мутьевых течений все же оказалась неспособной объяснить многие факты и поддержать представления о перманентности океанов, то на помощь были призваны новейшие данные о придонных течениях.

Применение новых средств инструментального исследования течений в океанах позволило установить, что на глубинах открытого океана действительно развиваются течения с большой скоростью. Однако порядок скоростей истинных глубинных придонных течений таков (253), что дает возможность переносить лишь мелкие частицы. Эти течения могут влиять на перемещение лишь самых верхних слоев осадков, ибо нижележащие слои уплотнены под влиянием давления вышележащего столба воды. Как показали современные исследования (544), такое уплотнение может быть весьма значительным. Зато местные придонные течения могут играть немалую роль у океанических подводных хребтов, способствуя смыванию с них осадков. Однако некоторые увлекающиеся океанологи начинают приписывать придонным течениям, как и мутьевым, способность транспортировать массы осадков на большие расстояния и поднимать

осадки со значительных глубин залегания. Не следует принимать на веру утверждения сотрудников Ламонтской обсерватории, будто большинство исследованных ими колонок грунтов имеет сильно перетасованные слои (273, 517, 579). Такое преобладание объясняется подбором мест для станций там, где оползневые явления наиболее часты.

Необходимо указать на недавние экспериментальные работы Ульянова (630), который сообщает, что наблюдаемые придонные течения не могут переносить во взвешенном состоянии те терригенные частицы, которые обнаруживаются в отложениях. Что же касается ряби, приписываемой придонным течениям, то на больших глубинах эту рябь вызывают вибрации земной коры, связанные с сейсмикой и вулканизмом, что было доказано Ульяновым экспериментами с моделями морского дна.

В ряде случаев обнаружения среди океана значительных толщ осадочных материалов, происхождение которых не может быть объяснено переносом их со стороны суши либо с помощью всемогущих мутьевых течений, либо придонных течений, оно объясняется сторонниками гипотезы перманентности океанов существованием якобы мощных процессов подводной эрозии. Этими не вполне еще ясными и плохо изученными процессами пытаются объяснить наличие значительных толщ осадочных материалов на склонах и вблизи подводных горных хребтов. Без такого объяснения следовало бы признать возможность субаэрального существования этих хребтов в прошлом, что в свою очередь в корне подрывало бы самую гипотезу перманентности океанов.

В условиях суши эрозия горных пород вызывается механическими или химическими причинами. Основными факторами, вызывающими эрозию на суше, являются: смена температур и механическое действие ветра и воды, причем в первичном разрушении особо важную роль играет смена температур. Чисто химические факторы, а также растворяющее действие воды, за исключением особых областей, являются соподчиненными. В подводных условиях большинство мощных эродирующих факторов сильно ослабляется, а золотая эрозия вообще отсутствует. К тому же температура слоев океана не имеет таких больших годовых и суточных амплитуд, как на суше. Механическая эрозия, производимая подводными течениями, несомненно, имеет место (219, 236, 272), но не сравнима с мощной эрозией потоков воды на суше. Вероятно, что большую роль, чем на суше, играют процессы растворения и химической эрозии, но они протекают крайне медленно. Уокил и Райли (697) пришли к заключению, что происхождение любых глинистых (известковых) осадков не связано с процессами подводного «выветривания» вулканических пород. Такие глинистые осадки — континентального происхождения. Отсюда понятно, что эрозия горных пород в подводных условиях должна быть неизмеримо меньшей, чем на суше. Этим и объясняется тот «свежий» вид, которым обладают многие образцы горных пород, поднятых со дна океана, а также «первозданность» рельефа дна, необычная для суши.

Д. СРЕДИННЫЕ ОКЕАНИЧЕСКИЕ ХРЕБТЫ

Океанографические экспедиции последних десятилетий установили существование во всех океанах образований, природа и происхождение которых еще неясны. Это так называемые срединные океанические хребты — огромные подводные горные системы со своеобразным, часто сильно расчлененным рельефом. Хейзен (418) резонно считает их третьим крупным типом рельефа земной поверхности, равноправным с сиалическими континентами и базальтовым ложем океанов.

В Атлантическом океане это гигантская горная система Срединного Атлантического хребта, на севере переходящая в хребет Рейкьянес, которая, пройдя Исландию, заканчивается в виде так называемого порога Мона уже в Северном Ледовитом океане. В южном полушарии эта горная система огибает Южную Африку и соединяется с менее мощной, но все же обширной горной системой Индийского океана — Срединным Индийским хребтом. Получается впечатление, что *этот двойной Атлантико-Индийский Срединный хребет как бы является краевым оформлением, естественной границей материковых массивов Европы и Африки на западе и юге* (подробнее об этом см. в главе 13).

Срединные хребты имеются также и в других океанах: Северном Ледовитом (хребты Ломоносова и Менделеева) и в Тихом, где известны Срединный Тихоокеанский, Гавайский, Каролинский и Восточно-Тихоокеанский хребты; с последним связаны возвышенности острова Пасхи, Наска, Карнеджи, плато Альбатрос и др. По-видимому, эта подводная горная система несколько похожа на Срединный Атлантический хребет и представляет собой погруженную под уровень океана западную окраину великой горной системы Кордильеры — Анды, как резонно предполагает В. В. Белоусов (168).

Хесс (422/21—23) отмечает следующие факты, наблюдавшиеся при изучении срединных океанических хребтов:

«1. Почти все хребты связаны с базальтовым вулканизмом».

«2. Ксенолиты перидотитов являются единственными инородными породами, вынесенными вулканами на поверхность в океанических хребтах*. В двух пунктах Срединного Атлантического хребта известны выходы перидотитов».

«3. Почти всегда отсутствуют и малые линейно вытянутые хребты, располагающиеся параллельно главной оси океанических хребтов**. Наличие таких малых хребтов можно было бы ожидать, если бы они состояли из складчатых пород. На некоторых хребтах обнаружены крутые сбросы, идущие обычно под острым углом к оси хребта, причем в отдельных случаях они обладают довольно высокой сейсмичностью».

«4. Обычно в океанических хребтах имеются признаки, свидетельствующие об их поднятии в прошлом до более высокого уровня по отношению к уровню моря [подчеркнуто нами.— Н. Ж.]. Такого рода признаками являются эрозионные поверхности выравнивания на вершинах хребтов и террасы на их склонах, а также гайоты (плосковерхие подводные вершины)».

«5. Большая часть пород, из которых состоят острова, возвышающиеся над хребтами (в тех случаях, когда удается устано-

* На ряде хребтов известны также выносы сиалических материалов.

** Как указывает М. В. Кленова, это утверждение Хесса не отвечает действительности. Исследования последних лет показали наличие таких параллельных малых хребтов у многих срединных океанических хребтов.

вить их возраст), имеет четвертичный, реже третичный возраст. *Породы дотретичные здесь не встречаются* [подчеркнуто намп.— Н. Ж.].

Далее Хесс приводит три варианта гипотез, объясняющих происхождение срединных океанических хребтов. Согласно первому варианту, предполагается излияние базальтовых лав вдоль разломов в земной коре. Возникшее нагромождение материалов будет иметь линзообразный вид и создаст дополнительную нагрузку на кору, вследствие чего кора начнет прогибаться. Возможно возникновение мелких депрессий дна вдоль краев хребта. Оседание хребта имеет характер медленного процесса, приводящего к образованию банок и атоллов. Примером может служить Гавайский хребет.

По второму варианту, предполагается прорыв базальтовой магмы вверх с частичным захватом периодотитового субстрата. Ряд особенностей приводит к быстрому процессу опускания. Пример — Срединный Атлантический хребет. По третьему варианту, предполагается утолщение и прогиб верхней части базальтовой коры с частичным расплавлением прогнутой вниз части ее, что приводит к возникновению андезитового вулкана и диоритовых интрузий. Такой хребет мог бы быть первой неразвитой ступенью нормальной островной дуги. Возможно, что Китовый хребет служит таким примером.

«Согласно первой гипотезе, — заканчивает Хесс, — океанический хребет может быть связан со спокойными тектоническими условиями или с вращающимися усилиями и образованием разрывов, сопровождающихся перемещением по простиранию; вторая гипотеза предполагает растяжение, а третья — горизонтальное сжатие в направлении, перпендикулярном к хребту. Все три гипотезы являются рабочими».

В табл. 4 (в приложениях) приводится сводка некоторых особенностей срединных океанических хребтов.

Значительный интерес представляют высказывания В. В. Белоусова (196/23) о природе и происхождении срединных океанических хребтов:

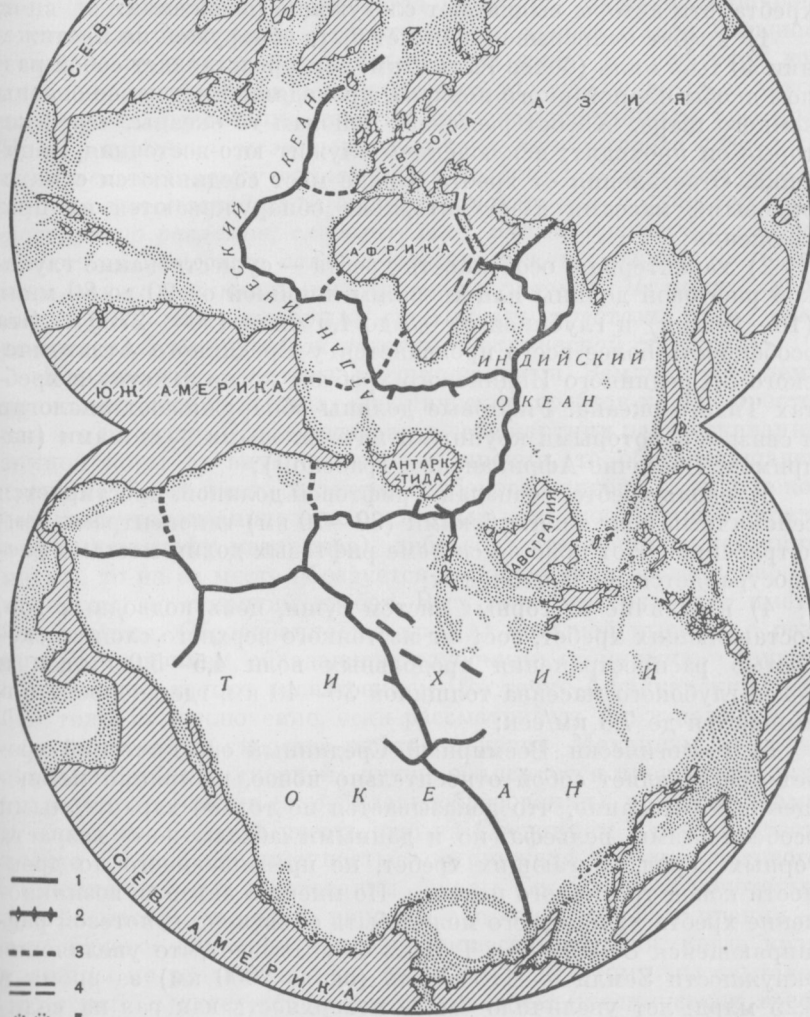
«Наилучшим образом изучен в настоящее время Средне-Атлантический вал. Сейсмическое зондирование показывает, что под валом наблюдается значительное утолщение базальтового слоя, который вдавливается в подстилающий субстрат в виде глубокого корня (до 30 км толщиной). Изучение поверхности вала показало, что вдоль него, по его гребню, протягивается грабен. Последний, несомненно, свидетельствует о растяжении, которому подверглись породы при поднятии вала. С другой стороны, опускание поверхности Мохоровичича под валом указывает на то, что вал соответствует зоне подъема выплавляемых на глубине базальтов и вместе с тем зоне выноса дополнительного тепла снизу, что совместно привело к более глубокому залега-

нию границы перехода от эглогита в базальт. Таким образом, несомненна связь вала с глубинным разломом. Средне-Атлантический вал проходит через Исландию, где на его протяжении расположен верхнеплиоценовый грабен. Это позволяет думать, что и весь вал представляет собой очень молодое образование.

«Средне-Индийский вал у острова Чагос разветвляется. Одна его ветвь направляется прямо на север и на ее простирании расположены плато-базальты Декана. Другая вместе с полосой эпицентров землетрясений поворачивает на северо-запад и направляется к Красному морю. Следует считать, что, подобно Средне-Атлантическому валу, Средне-Индийский вал расположен на разломе, по которому поднимались перегретые базальты. Этот разлом является зоной наиболее интенсивного воздействия перегретых базальтов на земную кору. Об этом свидетельствует строение Красного моря, где на продолжении вала материковая кора частично уже разрушена, базальтирована и где образовался грабен. Взаимоотношение его с подводным валом такое же, как грабена Исландии с Средне-Атлантическим валом».

О срединных океанических хребтах Дж. Т. Вильсон (217) пишет: «Десять лет тому назад Гутенберг и Рихтер опубликовали карты, из которых видно, что большинство известных подводных хребтов является очагами неглубоких землетрясений. Юинг и Хейзен в 1956 г. (523) на основе сопоставлений батиметрических и сейсмических данных впервые высказали предположение, что среднеокеанические хребты образуют непрерывную систему вокруг Земли. Система эта простирается с севера на юг по дну Атлантического океана. Потом она поворачивает и проходит между Африкой и Антарктидой в среднюю часть Индийского океана, где, разветвляясь, достигает на севере берегов Азии. Главный хребет продолжается к югу, мимо Австралии и Новой Зеландии, пересекает Тихий океан и доходит до острова Пасхи. Отсюда его наименее известные ветви простираются до Южной Америки, а также к Гавайскому хребту и дальше, вероятно, до Камчатки и к западной части Тихого океана. Другая часть, может быть, образует хребет Ломоносова, открытый советскими учеными, и пересекает Северный Ледовитый океан. Малое развитие в этом районе хребтов и незначительная интенсивность вулканизма свидетельствуют о том, что современное положение здесь установилось очень давно и, может быть, проходит через большую часть истории Земли».

Не со всеми высказываниями Дж. Т. Вильсона можно согласиться. Прежде всего вызывает сомнение существование единого непрерывного Мирового Срединного океанического хребта. Нельзя согласиться и с утверждением о малом развитии хребтов и незначительности вулканизма. Вывод об исключительной древности этого хребта в настоящее время не поддерживается даже самими создателями этой концепции.



Срединные океанические хребты и схема срединно-океанических разломов земной коры (217; несколько модифицировано).

1 — срединные океанические хребты базальтовой природы; 2 — срединные океанические хребты континентального происхождения; 3 — широтные океанические хребты, соединяющие срединные хребты с материком; 4 — Восточно-Африканский грабен; 5 — глубины менее 2750 м

В самые последние годы, как уже указывалось*, проблему срединных океанических хребтов связывают с гипотезой расширяющейся Земли. Ныне главными пропагандистами этой идеи являются Хейзен (418) и М. Юинг (525). Постулируя существование единого Всемирного Срединного океанического хребта, эти авторы выдвигают следующие положения:

1) хребет непрерывен и может быть обнаружен на протяжении 40 тыс. миль (более 72 тыс. км); он представляет собой разлом якобы планетарного порядка, проходящий через все океаны земного шара. Хребет пересекает пополам те океаны, через которые он проходит; исключением служит юго-восточная Пацифика. Ответвления от хребта в ряде мест соединяются с материковыми массами и на материках обнаруживаются их продолжения;

2) характерная особенность хребта — существование глубокой рифтовой долины или трещины шириной от 20 до 80 миль (16—147 км) и глубиной от 0,5 до 1,5 мили (900—2700 м). Эта особенность более всего проявляется у Срединного Атлантического и Срединного Индийского хребтов, но не заметна в хребтах Тихого океана. Рифтовые долины обнаруживают аналогии и связь с некоторыми крупными материковыми разломами (например, Восточно-Африканским грабеном);

3) вдоль хребта, совпадая с рифтовой долиной, простирается сейсмичный пояс с неглубокими (30—70 км) гипоцентрами землетрясений. Этот пояс по системе рифтовых долин местами распространяется на континенты;

4) в отличие от горных систем суши, цепь подводных гор, составляющих хребет, состоит из тонкого верхнего слоя со скоростью распространения продольных волн 4,5—5,0 км/сек и более глубокого массива толщиной 30—40 км, где скорости превышают до 7,3 км/сек;

5) геологически Всемирный Срединный океанический хребет представляет собой относительно новое, постоянно меняющееся образование, что доказывается не только характерными особенностями рельефа, но и данными абсолютного возраста горных пород, слагающих хребет, не превышающего по древности конец третичного периода. По мнению авторов, возникновение хребта лучше всего может быть объяснено гипотезой расширяющейся Земли. Дж. Т. Вильсон указывает, что увеличение окружности Земли на 1400 миль (около 2000 км) за время в 3,25 млрд. лет увеличило бы ее поверхность как раз на величину, отвечающую поверхности хребта.

И эта гипотеза, несмотря на ее оригинальность, пока мало подтверждена фактами. Прежде всего еще не доказана непрерывность хребта. По этому поводу академик Д. И. Щербаков

* См. главы 7 и 8.

(442/95) пишет: «Ученые США пытаются ввести представление о единой подводной горной цепи, объединяющей в одну структуру все ныне известные подводные валы и стараются всюду обнаружить в их центральной части рифтовые долины. Вряд ли это правильно». Как отмечают и сами авторы гипотезы, эта долина действительно проявляется не везде. Даже на наиболее изученном Срединном Атлантическом хребте, такой большой участок его, как хребет Рейкьянес, не имеет ни рифтовой долины, ни гипоцентров землетрясений. Не наблюдается и закономерность расщепления океанов пополам срединным хребтом. Наоборот, *лучше всего выражено стремление хребта следовать параллельно шельфу прилежащего материка. Более того, несомненно связь посредством отрогов с материком и сходство морфоструктур разломов; следовательно, многие срединные хребты имеют генетическую связь с материками, но отнюдь не являются чем-то исключительно присущим океанам. Наличие глубоких корней под некоторыми срединными хребтами также скорее отвечает материковой, нежели океанической структуре.*

Приложение гипотезы расширяющейся Земли к проблеме происхождения срединных океанических хребтов не так просто, как это кажется. Если представить себе картину растрескивания земной коры от внутреннего расширения, то образовавшаяся трещина будет иметь характер глубокого каньона (как у некоторых внутриокеанических подводных каньонов, обычно параллельных шельфу материков), либо если эта трещина источник магмы, то на ее месте образуется куполовидная возвышенность и низкий, но широкий хребет. Весь этот участок будет иметь вид вздутия. Образование же хребтов большой высоты, с резким расчленением, обладающих глубокими «корнями», с трудом объясняется только расширением. Восточно-Африканский грабен тоже не исключение, если рассматривать его в целом, а не искать внешнего сходства рифтовых долин. Механизм же образования глубоких «корней» лучше объясняется процессами двустороннего давления (т. е. складкообразования), чем трещинами и сбросами. Следует учесть, что на Срединном Атлантическом хребте было с несомненностью обнаружено влияние бокового давления при его образовании (скалы Св. Павла и некоторые другие места), что мало вяжется с процессами расширения — ведь боковое давление присуще процессам сжатия, когда края трещины не раздвигаются, а сжимаются. Поэтому мы считаем, что *в ряде случаев образование срединных океанических хребтов связано и с процессами сжатия.*

Нам кажется более вероятным, что *срединные океанические хребты не являются чем-то единым.* Правда, все они расположены в океанических областях, что, однако, еще не служит доказательством единства происхождения. Поэтому более близкими к истине нам кажутся взгляды Хесса (558), который счи-

тает, что существует по крайней мере два типа срединных хребтов: «старые», имеющие на себе гайоты и атоллы, опущенные на глубину 1000—2000 м, и «юные», еще не обладающие такими особенностями, но зато имеющие высокие значения тепловых потоков. Шорр и Рэйтт (673) тоже полагают, что имеется два типа срединных океанических хребтов. К одному из них принадлежит Срединный Атлантический хребет с его крайней расчлененностью рельефа и глубокими корнями. К другому типу относятся некоторые подводные хребты Тихого океана, представляющие собой сводовые поднятия. Сводовые хребты имеют строение, отличное как от строения коры континентального типа, так и от океанического, но более близкое к последнему. Во многих местах они имеют кору почти нормальной для океанического типа толщины, но ее подстилает подкоровый слой со скоростью распространения продольных волн необычно низкой для океанического дна, причем эти породы расположены выше, чем для окружающего их дна океана.

Есть основания предполагать, что ныне подводные хребты Ломоносова и Менделеева, будучи сложными осадочными и метаморфизованными породами, возникли как продолжение материковых складчатых и глыбовых структур*. Это еще один тип срединных хребтов, не отвечающий представлениям М. Юинга и Хейзена. Мы полагаем, что в ряде случаев в создании срединных океанических хребтов первоначально могли играть также и процессы складкообразования и не во всех случаях долины, параллельные направлению хребтов, являются истинными рифтовыми долинами.

На основе всего того, что известно о срединных океанических хребтах, нам кажется наиболее вероятным разделение их на три категории:

1) срединные океанические хребты складчато-глыбового происхождения, с глубокими корнями. Хребты сложены с участием осадочных и метаморфических пород и имеют прямую генетическую связь с древними горными континентальными структурами. Часть океанических областей между этими хребтами и континентами еще сохранила некоторые признаки бывшего континентального происхождения. Примеры: хребты Ломоносова и Менделеева;

2) срединные океанические хребты сложного складчато-сбросового происхождения, с развитым вулканизмом и мощными глубинными корнями. В создании этих хребтов, на первых этапах их возникновения, очевидно, преобладали процессы складкообразования, связываемые с процессами бокового сжатия. Эти процессы сменились сбросами, расколами и оседаниями и сопровождалась вулканизмом. *Хребты тоже имеют генетиче-*

* Подробнее об этих хребтах см. главу 16.

скую связь с близлежащим материком, чаще одностороннюю *. Они являются как бы краевым валом, соединенным с материком боковыми отрогами, которые иногда продолжаются в структурах континента. Океанические области между этими срединными океаническими хребтами и континентами уже в значительной мере подверглись процессам океанизации. В своем прошлом эти хребты были «базальтовыми материками», прошедшими стадию вздымания над поверхностью океана; ныне они находятся в стадии опускания. Примерами могут служить Срединный Атлантический хребет, Срединный Индийский хребет, Восточно-Тихоокеанский хребет;

3) срединные океанические хребты сводового происхождения, корней не имеют, равно как и прямой генетической связи с близлежащими континентами. Это своеобразные утолщения в пределах собственно океанической коры, которые, вероятно, являются недоразвитыми базальтовыми материками, может быть, еще не прошедшими стадию большого вздымания над поверхностью океана (как Срединный Тихоокеанский хребет) или же имевшие этот этап мало развитым (как Гавайский хребет).

Вероятно, существуют срединные хребты, занимающие промежуточное положение между этими тремя типами. Пока же рассматривать срединные океанические хребты как генетически единую морфоструктурную планетарную деталь еще преждевременно. То же относится и к всеобщности рифтовой долины. Не во всех случаях это действительно рифтовая долина; может быть, это ущелье, созданное двумя или более рядом идущими складками. Не всегда с этими долинами совпадают эпицентры землетрясений и не всегда сами долины имеют признаки интенсивного вулканизма (см. главу 13). Здесь необходимы более тщательные и непредвзятые наблюдения, ибо расположение эпицентров может не выходить за пределы наиболее мощной части горной цепи, не представляя в этом отношении исключения из обычных случаев **. Приводимые Хейзенем (418) профили сходства Восточно-Африканского грабена, Срединного Атлантического хребта, Арктической возвышенности и юго-западного Тихоокеанского рифта еще недостаточны для доказательства полного генетического сходства всех этих горных

* У Срединного Атлантического хребта такими связующими являются Китовый, Сьерра-Леоне, Азорско-Гибралтарский хребты; у Восточно-Тихоокеанского — хребты Наска, Кокосовый, Карнеджи и др.

** Правильность нашего мнения подтверждается анализом расположения эпицентров землетрясений, приведенных на карте в книге Б. Хейзена, М. Тарп и М. Юинга (417, схема 29), где из общего числа более 90 эпицентров в районе Срединного Атлантического хребта между 17 и 50° с. ш. лишь менее 20 действительно располагаются непосредственно в самой рифтовой долине; все же остальные расположены на гребнях и склонах хребта.

систем — они все же существенно отличаются друг от друга. Одни из этих профилей говорят о глыбовой структуре, другие — о чисто вулканической или, может быть, складчатой. Наличие же глубокой долины еще не свидетельствует непременно о ее разломном происхождении. Вопрос еще неясен и требует тщательного и длительного изучения, в первую очередь — непрерывности рифтовой долины. Некоторое число профилей в разных океанах еще «не делает погоды».

Для проблемы Атлантиды наибольший интерес представляет вероятность бывшего субаэрального положения срединных океанических хребтов; эту мысль высказывал Хесс (422). А. В. Живаго и Г. Б. Удинцев (253/28) тоже пришли к близкому заключению: «Здесь следует отметить, что узкие, вытянутые подводные хребты не могут, конечно, рассматриваться как затопленные материки или их части, хотя *надводное положение вершин этих хребтов в прошлом, по-видимому, имело место, и это хорошо согласуется с данными палеозоологии и палеоботаники* [подчеркнуто нами.— Н. Ж.]. Многие из таких хребтов еще в недавнее время служили мостами, соединявшими материки, и способствовали обмену фаунами и флорами». Следует, однако, отметить, что, *во-первых, площадь, занимаемая срединными океаническими хребтами, не уступает площади, занимаемой ныне континентами* (по Хейзену (418), равную всем континентам), *и, во-вторых, участки суши во время субаэрального положения хребтов могли простирались на тысячи километров в длину и на многие сотни километров в ширину, представляя собой достаточно крупные массивы суши.*

По поводу срединных океанических хребтов В. Е. Хаин (415/5—7) пишет: «*Изрезанный рельеф склонов подводных хребтов образовался, по-видимому, в наземных условиях, под действием речного размыва* [подчеркнуто нами.— Н. Ж.]. Об этом говорят находки пресноводной фауны на склонах Средне-Атлантического хребта. Следует заметить, что и в современную эпоху некоторые участки хребта выступают над поверхностью океанических просторов в виде островов... *Очень возможно, что в сравнительно недавнем прошлом таких участков было значительно больше*» [подчеркнуто нами.— Н. Ж.].

Попутно отметим высказывания академика Д. И. Щербакова (442/88): «Землетрясения среди океанического рифта возникают обычно на относительно небольшой глубине, в 30 км ниже поверхности Земли. В нем не зарегистрировано ни одного эпицентра землетрясений глубже 70 км. Глубинные же землетрясения с эпицентрами на 700 км ниже поверхности связаны почти исключительно с областью высокосейсмичных подводных впадин и цепочек островов, окружающих Тихий океан. Это свидетельствует о том, что средноокеанический рифт относится к числу других структур. Небольшая глубина сейсмической

активности в его пределах указывает на то, что земная кора в этом месте тонка и слаба». Следовательно, происхождение срединных океанических хребтов связано с тектоническими движениями в самой земной коре и подкоровом слое, а не является следствием глубинных разломов в мантии.

Мы полагаем, что базальтовая природа значительной части срединных океанических хребтов говорит скорее в пользу молодости, а не древности их. Кроме того, сами свойства базальта как геостроительного материала, приводят к заключению о недолговечности надводных сооружений из него, и на этих свойствах следует остановить внимание.

Прежде всего необходимо напомнить об условиях равновесия в системе базальт — эклогит и следствиях, вытекающих из этого. В. В. Белоусов (196/7), указывая на понижение раздела Мохоровичича при переходе части эклогита в обычный базальт, пишет: «При этом объем материала увеличивается приблизительно на 15% и кровля базальта поднимается. При понижении температуры или увеличении давления часть базальта в подошве коры будет переходить в эклогит, что должно приводить к поднятию раздела Мохоровичича, уменьшению объема и прогибанию кровли базальта».

Итак, свойства системы эклогит — базальт приводят к выводу о том, что возникновение чисто базальтовых сооружений обязательно связано с последующим их опусканием. К такому же выводу можно прийти и на основании других более простых соображений. Мы можем законно предполагать, что для тех температур и давлений, при которых базальт не переходит в эклогит, он не является таким исключением, как вода; поэтому твердый базальт должен тонуть в жидком.

Теперь представим себе такую картину. В результате тех или иных причин возникло базальтовое сооружение, имеющее базальтовые «корни», например срединный океанический хребет. Под влиянием ряда факторов (из которых немаловажным является понижение точки плавления базальта от давления), под затвердевшим базальтовым сооружением начинают образовываться карманы жидкого расплавленного базальта. Далее, возникают напряжения, достигающие такой величины, что где-то образуются расколы, через которые изливается базальтовая магма, например, через трещины у подножия срединного океанического хребта. В этом случае повышенная плотность расплавленного базальта резко падает. Твердое базальтовое сооружение начнет оседать и опускаться, выдавливая через трещины все новые и новые массы расплавленной базальтовой магмы.

Следовательно, базальтовые сооружения в океанах должны рано или поздно подвергнуться опусканиям. Подтверждением этому служат базальтовый цоколь Гавайских островов, а также гайоты и вулканические острова, особенно в Тихом океане.

Е. ГИПОТЕЗА ВСЕМИРНОЙ ТРАНСГРЕССИИ АНТРОПОГЕНА

В течение ряда лет Фэрбридж (526) разрабатывает идею о всемирном характере эвстатических колебаний уровня океана и синхронности многих прибрежных террас в разных местах разных океанов. Он полагает, что имеет место некая цикличность, связанная с попеременными наступлениями оледенений и межледниковий, а именно: большой цикл оледенений, длительностью в 85 тыс. лет, с амплитудами террас 50—100 м, и малый цикл межледниковий — в 25 тыс. лет, с амплитудами 10—25 м. Причину этих длительных осцилляций Фэрбридж видит не в чисто климатических факторах, но в тектонических движениях, сопровождающихся опусканием полуконтинентальной коры и углублением окраинных морей. Процесс этот имеет всемирное распространение. Подробнее об оледенениях и межледниковьях см. главу 16*.

Следует отметить, что наличие остатков террас более высокого стояния, чем современный уровень океана, может быть объяснено тектоническими подъемами прибрежных местностей (регрессиями), медленно затухавшими к концу плейстоцена. Кроме того, как пишет К. К. Марков (319/142), «наблюдаемое деформированное положение древних береговых линий — есть следствие вторичных движений земной коры, под влиянием которых первичная горизонтальная поверхность превращена в более или менее сложную и неправильную поверхность».

Если к фактам существования синхронизируемых террас и гайотов присоединить еще и факты, связанные с образованием в течение антропогена многих подводных долин и каньонов несомненно субаэрального происхождения, то само собой напрашивается предположение об имевшей место Великой трансгрессии антропогена. Она была следствием сильнейших тектонических движений, охвативших не только дно океана, но и шельфы, и некоторые прибрежные области, бывшие до того надводной частью материков.

Предположение о всеобщей трансгрессии в антропогене выдвигалось многими исследователями, в первую очередь Г. У. Линдбергом, Р. Малезом и Ф. Шепардом. Независимо от них к сходным выводам приходил также и автор настоящего труда. Эти предположения были выдвинуты для объяснения тех фактов, которые потом стали находить совершенно иное объяснение с позиций перманентности океанов.

Позже Шепард, под напором сторонников этой доктрины, в значительной степени отказался от своих первоначальных представлений.

* О синхронизируемых террасах см. также у Умброве (693/114) и у Г. Д. Хизанашвили (423/52—56, 67—73).

Наиболее широко концепция Великой трансгрессии антропогена была развита Г. У. Линдбергом (295/141). Он пришел к заключению, что колебания уровня океана имели место именно в антропогене, но амплитуда их не превышала 400 м. Эти колебания выражались в поочередной смене трех фаз регрессий и трех фаз трансгрессий; мы сейчас переживаем последнюю фазу трансгрессии. При этом трансгрессии совершались исключительно быстро — катастрофически.

В отношении максимально возможной глубины опускания уровня Мирового океана вследствие эвстатических колебаний, вызванных оледенением, имеются следующие соображения. Между островами Бали и Ломбок в Индонезии находится пролив шириной в 15 миль и глубиной максимально в 341 м. Этот пролив является своеобразной границей (граница Уоллеса) между двумя зоогеографическими областями, резко отличающимися друг от друга, что было подмечено еще в 1892 г. Уоллесом. Значит, общий уровень Мирового океана в ледниковый период не мог понижаться ниже 300 м, иначе бы реки, протекающие на островах, должны были слиться в единую речную систему и получить однообразную фауну (241/93).

Недостатком концепции Г. У. Линдберга является предположение о слишком небольшой амплитуде опусканий и подъемов, происходивших в связи с оледенениями. Наличие же глубоких провальных окраинных морей не вяжется с такими представлениями. *Великая трансгрессия антропогена — это трансгрессия тектонической природы.* Напомним, что академик Д. В. Наливкин считает вероятным опускание на 3000—3500 м при образовании Японского моря, имевшее, несомненно, характер катастрофы и происшедшее к концу плейстоцена (338).

Гиллули тоже пишет, что многие континентальные в прошлом участки испытали погружения сравнительно недавно, по крайней мере на 3000 м, что особенно характерно для Атлантического побережья. В Атлантике зона резкой смены и подкорковой эрозии сиала широка, в Пацифике она узка (234).

Имеется еще одно примечательное обстоятельство, косвенно свидетельствующее в пользу предположения, что Великая трансгрессия антропогена могла сопровождаться по всему миру сильнейшими вулканическими извержениями. Дело в том, что во всех океанах земного шара обнаруживаются прослойки вулканического пепла, отложения которого охватывают огромные площади. Пока что не удается установить, являются ли эти прослойки вулканического пепла результатом наземных или подводных извержений. В отношении Атлантического океана такое широкое распространение вулканического пепла было установлено советскими океанографическими экспедициями (272). Это же для Тихого океана было подмечено Уорзелом (708). Здесь пеплы тоже имеют широкое распространение, причем

установлено, что пепел отлагался всего лишь в течение нескольких лет (452; 524). Вулканические пеплы были обнаружены также и в донных осадках Индийского океана.

Встает вопрос об источнике пополнения вод Мирового океана в случае трансгрессий глубокого опускания. Г. У. Линдберг (295/159) приводит любопытный расчет, показывающий, какие огромные скрытые возможности увеличения количества воды в Мировом океане таятся в вулканических извержениях и излияниях магмы. Так, при повышении интенсивности вулканизма в сто раз против современной количество выделившихся за тысячелетие водяных паров может повысить уровень Мирового океана на 100 м! При этом не учитывается вода магмы.

В связи с этим особый интерес представляют соображения В. В. Белоусова (195) об изменениях уровня Мирового океана и необходимости признания добавочного поступления воды в океан из излившейся магмы. Он указывает, что источником пополнения воды, несомненно, могут служить изливаемые магмы, особенно базальтовая, в которой может содержаться до 4% воды.

Ревелл (648) тоже придерживается мнения, что воды океанов вообще явление вторичное, и обязаны они своему происхождению не конденсации первичной воды из атмосферы в древнейшие времена истории Земли, а являются следствием «выжимания» ее из недр Земли. Процесс появления вод океанов продолжался в течение всей истории Земли (см. также 320; 2 изд./108): Такие представления хорошо согласуются со взглядами о молодости океанов.

С несколько иной точки зрения проблему Великой трансгрессии антропогена рассматривает Малез (76), привлекая для этого уже упоминавшуюся констрикционную гипотезу Однера и прилагая понятие о такой трансгрессии к истории погружения Атлантиды. Он указывает, что так как к концу плиоцена процесс охлаждения захватил оба полушария Земли, то трансгрессия имела всемирный характер. Почти неразрушенные русла ныне затопленных каньонов являются свидетелями и мерилом катастрофической скорости этой трансгрессии. «Вне всякого сомнения, — пишет Малез, — для всего живого эта трансгрессия должна была быть катастрофой. По мнению автора, нельзя найти лучшей границы между третичным и четвертичным периодами, чем эта катастрофа».

По нашему мнению, вследствие утоньшения земной коры под океаническими бассейнами, вызванного проплавлением их дна в третичном периоде, началось оседание морского дна, что привело к понижению уровня океана. Это сопровождалось очередной вспышкой горообразования, в том числе в центрах и по краям океанических бассейнов, и гигантскими разломами и сбросами, с огромными излияниями лав под водой. Многие сре-

динные горные системы выступили тогда над уровнем океана. Контраст между материками и океанами достиг своего максимума. Такое положение имело место к концу миоцена, и особенно в плиоцене (323/638). Стирнс (677) указывал на несомненно происходившие в конце плиоцена поднятия материков. Одновременное с ними поднятие Срединного Атлантического хребта (также и прочих срединных океанических хребтов) обусловило значительное повышение уровня океана, по его мнению, не менее чем на 170 м, а может быть, даже и на 365 м. В связи с таким поднятием Стирнс ставит существование наиболее высоких морских террас.

Затем начался обратный процесс, сопровождавшийся вздыманием морского дна и оседанием краев континентов. Но так как все эти процессы шли неравномерно, то имело место отставание процессов, протекавших у краев континентов, по отношению к морскому дну. Это вызвало появление на границе океаническое дно — материк очень сильных напряжений, приведших к опусканию и даже частичному отрыву частей материка, прилегающих к краям океанических впадин. Образовались параллельные континентам и срединным океаническим хребтам линии резких разломов, сбросов, что привело к отрыву и глубокому опусканию ряда участков океанического дна, ограниченных такими линиями. Эти краевые разломы и оседания, по-видимому, происходили синхронно, приведя к повсеместной тектонической трансгрессии. Она, вероятно, еще не закончилась.

Великая трансгрессия антропогена могла бы быть хорошо объяснена гипотезой Г. Д. Хизанашвили (423). Было бы понятно повышение уровня океана в области предполагаемого погружения Атлантиды не менее чем на 1,5 км. Значительное смещение географических полюсов Земли, постулируемое гипотезой, должно было сопровождаться тектоническими движениями и вулканическими явлениями, вызванными скольжением всей земной коры в целом. Такие процессы должны были охватывать весь земной шар. Однако фактов, подтверждающих гипотезу Г. Д. Хизанашвили, еще недостаточно. Кроме того, для такой концепции сама трансгрессия и сопровождающие ее тектонические движения и вулканические явления являются следствием скольжения земной коры в целом. Но тогда остается неясным — какая все же причина вызвала это скольжение? Приводимые автором гипотезы причины скольжения фактически являются его следствиями.