

## Срединный Аравийско-Индийский хребет и его роль в развитии Индийского океана (В.И. Пузанов)

В изучении глубинного строения Земли большую роль играют снимки, сделанные из Космоса. На рисунке 1 представлено радарное изображение западной части Индийского океана, полученное со спутника «Язон-1» [NOAA, 2005]. Изображение заимствовано из книги С.Г. Добровольского и М.Н. Истоминой «Наводнения мира» [Добровольский, Истомина, 2006]. Как следует из анализа снимка, на изображении отсутствуют вещественные комплексы океанической коры и чехла. Это даёт нам возможность исследовать глубинное строение Срединно-Аравийско-Индийского хребта, океанической мантии, континентальной коры, океанических котловин и поднятий. Отчётливо дешифрируются опущенные в мантию блоки континентальной коры. Причины, под влиянием которых на изображении отсутствуют комплексы выше лежащих структурных этажей, ещё недостаточно изучены. Представляется, что такой эффект достигается благодаря уникальной способности современных приёмных систем принимать «отражённый» сигнал от более глубоких горизонтов. Методику дешифрирования и причины отсутствия океанической коры и чехла освещены автором в работе «Срединно-Атлантический хребет и его роль в развитии Атлантики» [Пузанов, 2014].

Как следует из анализа космических материалов, главной структурой не только океанов, но и Земли в целом, являются срединно-океанические хребты (СОХ). Срединно-океанические хребты – это гигантские монументальные горные сооружения (поднятия), не имеющие равных на всей планете. СОХ – это гигантский активный разлом в мантии, в пределах которого осуществляется подъём мантийного вещества и раздвигание мантийных блоков вместе с разделённой им же континентальной корой. Высота этого гигантского сооружения в связи с этим определяется мощностью континентальной коры и варьирует в пределах 30 – 45 км. Развитием срединно-океанических хребтов определяется вся, или почти вся, геологическая жизнь Земли. Континенты, в том числе и континентальная кора, ведут пассивный (подчинённый) образ жизни в геологическом развитии планеты по отношению к СОХ.

История образования Индийского океана, по мнению многих исследователей, представляется достаточно сложной. На первом этапе в конце средней юры на западе Индийского океана возникла и действовала, как считают исследователи, западная самостоятельная субмеридиональная ось спрединга, которая отделила Африку от Мадагаскара, Сейшелл и Индии [Хаин, Короновский, 2008]. Одновременно на востоке началось отделение Австралии от Индии. В середине мела, как считают исследователи, Индия отделилась от Антарктиды и начала самостоятельно дрейфовать к северу, отделившись от Мадагаскара и Сейшелл с образованием Аравийского моря. Современный структурный план океана сформировался с середины эоцена, но только в среднем миоцене спрединг Центрально-Индийского хребта распространился к северу от трансформного разлома Оуэн, порождая одноимённую котловину к югу от Аравии, затем Аденский залив и Красное море. Такое представление об образовании западной части Индийского океана существует у исследователей в настоящее время.

Рассмотрим глубинное строение западной части Индийского океана с несколько иной точки зрения. Западная часть океана на изображении располагается между Африканским

континентом и полуостровом Индостан (рис.1). На юге изучаемая площадь ограничена островом Мадагаскар. Главной и центральной активно действующей структурой является Срединно-Аравийско-Индийский хребет (САИХ), в пределах которого дешифрируется океаническая мантия. В пределах океана отчётливо дешифрируются континентальная кора полуострова Индостан, Аравийского и острова Мадагаскар, опущенные в мантию блоки (плиты) континентальной коры такие, как Африканская, Аравийская и Индийская плита, океанические поднятия (возвышенности) такие, как Маскаренская и Мадагаскарская возвышенности, глубоководные котловины и вулканические постройки.

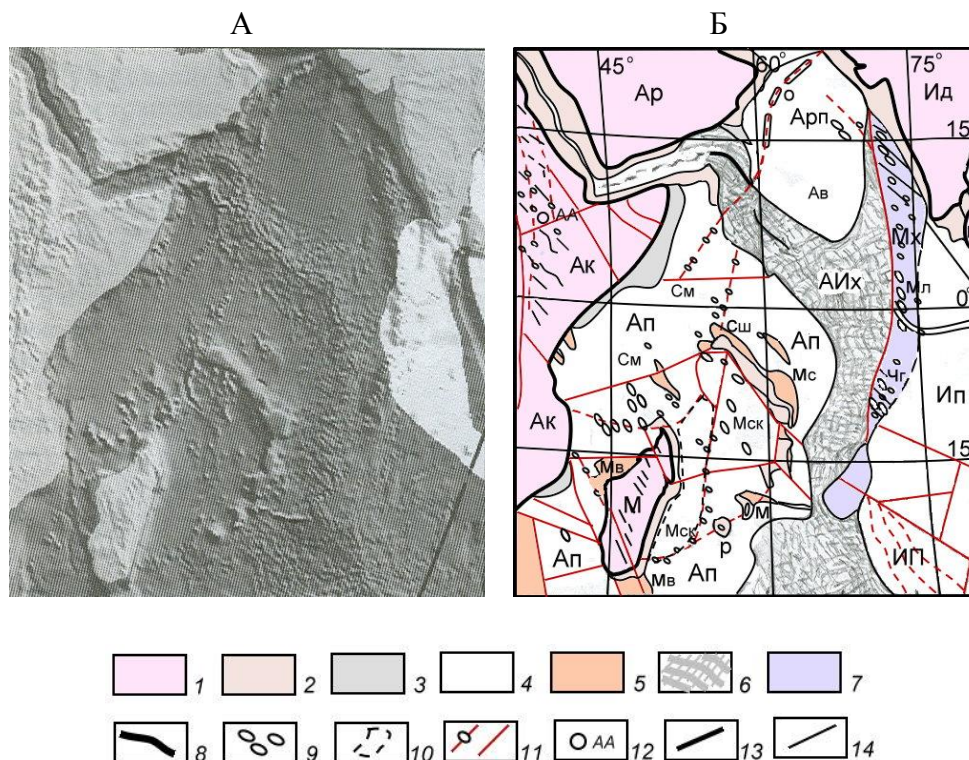


Рис. 1. Схема геологического строения западной части Индийского океана:

*А – Радарное изображение западной части Индийского океана, полученное со спутника «Язон-1» [NOAA, 2005], белое - положение волн Индоокеанического цунами 2004 года через 2 часа после землетрясения; Б – схема дешифрирования западной части Индийского океана:*

*1 – области докембрийской складчатости; 2 – кора континентальная; 3 – кора континентальная обрушенная; 4 – блоки (плиты) континентальной коры погруженные в мантию; 5 – подводные возвышенности; 6 – Срединно-Аравийско-Индийский хребет с трансформными разломами; 7 – срединно-океанический Мальдивский хребет; 8 – фрагменты центральной современной рифтовой долины; 9 – очаги вулканических построек; 10 – контур бывшего места положения острова Мадагаскар, оставленного в Маскаренской котловине; 11 – тектонические нарушения свободные и трассирующие очагами вулканических построек; 12 – г. Аддис-Абеба; 13 – границы материков; 14 – геологические границы; материков: Ак – Африканский континент, Ар – Аравийский полуостров, Ид – Индийский полуостров; острова: М – Мадагаскар, Ц – Цейлон (Шри-Ланка), м – Маврикий, р - Реюньон; плиты погруженные в мантию: Ап – Африканская, Ип – Индийская, Арп – Аравийская; срединно-океанические хребты: АИХ - Срединно-*

*Аравийско-Индийский, Мх – Срединно-Мальдивский; Си – кора Сейшельских островов, погруженная под поверхность океана; подводные возвышенности: Мв – Мадагаскарская, Мс – Маскаренская; архипелаги атоллов: Мл – Мальдивский, Чг – Чагос; глубоководные котловины: Мск – Маскаренская, См – Сомалийская, Ав – Аравийская; О – разлом Оуэн*

Рассмотрим строение Срединно-Аравийско-Индийского хребта. Срединно-Аравийско-Индийский хребет является западным продолжением Срединно-Тихоокеанского хребта, протягивающегося через весь Индийский океан с востока на запад, где субмеридиональное западное окончание его упирается в структуры Аравийского полуострова. Таким образом, хребет делит планету по меридиану на две равные части. Между восточными и западными структурами хребта ровно 180° долготы. Внутреннее строение Срединно-Аравийско-Индийского хребта также сходно со Срединно-Тихоокеанским хребтом [Пузанов, 2014]. Он также имеет хорошо выраженный полосовидно-ребристый текстурно-структурный рисунок изображения (рис.1). Вдоль оси хребта южной его части отчётливо дешифрируется непрерывная современная центральная супердайка, выполняющая гигантский глубинный разлом-раздвиг. В северной половине хребта отмечаются фрагменты центральной современной рифтовой долины. С обеих сторон оси хребта также непрерывно прослеживаются протяжённые линейные структуры, симметрично параллельные центральной супердайки. Линейные структуры образуют полосчатый рисунок. Полосы равномерно чередуются между собой и различаются по тёмному и светлому тону. Благодаря боковому «освещению» отчётливо различается рельеф полос. Светлые полосы отвечают линейным возвышенностям, тёмные впадинам. Ширина всех полос, отвечающих линейным структурам, одинаковая и, несмотря на значительные тектонические нарушения, в целом выдержанная на протяжении хребта.

Линейные возвышенности дешифрируются как протяжённые корневые структуры вулканических построек трещинного типа, выполненные супердайками светло-серого цвета. Поскольку супердайки суперпротяжённые при «постоянной» мощности, то следует полагать, что эти плитообразные тела имеют крутое падение и глубинное происхождение. В целом, каждая супердайка представляет собой серию многочисленных вулканических построек, в основном трещинного типа, выполняющую собой гигантскую, протяжённую вдоль оси хребта палеотрещину-раздвиг.

Линейные впадины дешифрируются как древние рифтовые долины, в пределах которых отсутствует, или почти отсутствует, вулканическая деятельность. В долинах дешифрируется однородный тёмно-серый вещественный комплекс, облегающий линейные тела супердаек. По однородному и плавному тону и пластичным свойствам, как и в срединных хребтах Тихого и Атлантического океанов [Пузанов, 2014], этот комплекс, расположенный ниже подошвы коры, также следует отнести к океанической мантии.

В процессе спрединга период формирования центральной рифтовой долины сменялся периодом образования центральной супердайки, т.е. периодом интенсивной вулканической деятельности, сопровождающейся излиянием толеитовых базальтов на поверхность океанического дна. В связи с этим следует полагать, что образование супердайки отвечает периоду растяжения, а формирование рифтовой долины периоду сжатия. В период растяжения формирующаяся центральная супердайка делит центральную рифтовую долину на две равные части, две рифтовые долины. В период сжатия пластичная мантия вдавливаются в осевой разлом и, раздвигая центральную

супердайку, также делит её на две равные части, т.е. на две равные супердайки. Таким образом, спрединг развивается симметрично. В результате по обе стороны от оси хребта симметрично сформировались выдержанные по протяжённости и «равные» по мощности супердайки (половинки центральных супердаек) и рифтовые долины (половинки центральных рифтовых долин). Период сжатия и период растяжения (время формирования центральной рифтовой долины и время образования центральной супердайки) в сумме составляют один цикл. В процессе спрединга циклы периодически повторяются. В связи этим возраст супердаек и рифтовых долин увеличивается от оси хребта к периферии его крыльев. Поскольку западная и восточная ветви одного и того же хребта, то один цикл длится 5,6 млн. лет [Пузанов, 2014]. В пределах хребта чистого (свободного) раскрытия с обеих сторон насчитывается 6-7 таких циклов, что соответствует 35-40 млн. лет. По шкале возраста «Geologic Time Scale» [Gradstein, Ogg, Smith, 2004] отвечает эоцену, что соответствует геологическим исследованиям западной части Индийского океана [Хаин, Короновский, 2008].

Океаническая мантия Срединно-Аравийско-Индийского хребта, как и Тихоокеанского линейноструктурированная. Линейная структурированность мантии связана с внедрением в мантию центральных супердаек толеитовых базальтов, периодически заполняющих гигантскую трещину-раздвиг срединного хребта. Супердайка поэтому представляет собой ряд многочисленных очагов вулканических построек, ограниченных трансформными разломами. С начала хребет развивался под континентами, как и Срединно-Тихоокеанский, до чистого раскрытия. В связи с этим супердайки трассируются многочисленными очагами вулканических построек под континентами и блоками, опущенными в мантию. Наиболее хорошо они контролируются тектоническими нарушениями. Поэтому под Африканской плитой вместе с чистым раскрытием хребта насчитывается до 45-50 супердаек, 4-5 из них развиваются в пределах, так называемой Восточно-Африканской рифтовой системы. Под Индийской плитой в пределах изображения насчитывается до 20-25 супердаек, трассирующихся очагами вулканических построек. Под Аравийской плитой, наиболее глубоко погруженной мантию, в районе разлома Оуэн насчитывается до 27 супердаек, причём плита погружается под полуостров Индостан и Мальдивский хребет. Таким образом, жизнь Срединно-Аравийско-Индийского хребта не определяется только 6-7 циклами чистого раскрытия хребта. Он гораздо старше, имея более 50 циклов, и только, может быть, несколько запаздывает относительно своего восточного конца Срединно-Тихоокеанского хребта, которому уже 500 млн. лет [Пузанов, 2014].

Срединно-Аравийско-Индийский хребет также разделён многочисленными трансформными разломами на ряд сегментов. Трансформные разломы связаны исключительно со структурированной океанической мантией и не выходят за её пределы. Эта связь определяется очаговым развитием супердаек [Пузанов, 2014]. Структурированность океанической мантии определяется внедрением в мантию центральных супердаек толеитовых базальтов, периодически от цикла к циклу заполняющих гигантскую трещину-раздвиг срединно-океанического хребта. В связи с этим, океаническая мантия на 50% состоит из отвердевшего толеитового расплава, более лёгкого, чем континентальная мантия.

На изображении отчётливо дешифрируется континентальная кора полуострова Индостан, Аравийского и острова Мадагаскар. Внутреннее строение коры не

просматривается. Падение склона коры западное, поэтому на восточной стороне Африки кора не наблюдается. Поскольку падение склона коры под Африканский континент, наблюдаются фрагменты обрушения коры, сопровождающейся оползневыми явлениями.

Главная особенность спрединга – цикличность. Цикличность создаёт симметрично повторяющиеся относительно оси хребта, выдержанные по простиранию и равные по мощности равно временные супердайки и рифтовые долины. По своим параметрам супердайки и рифтовые долины Срединно-Аравийско-Индийского спрединга одинаковые с супердайками и рифтовыми долинами Тихоокеанского и Атлантического спредингов. Это может быть связано с одним периодически повторяющимся процессом. Такой процесс должен работать как часовой механизм. Такой механизм, генерирующий равно временные циклы известен и связан с двумя антиподальными суперплюмами, в пределах которых выражены поднятия поверхности геоида [Хаин, Короновский, 2008; Пузанов, 2014]. Один плюм Южно-Тихоокеанский расположен во Французской Полинезии, другой Восточно-Африканский, в районе Эфиопии с центром в окрестностях города Аддис-Абеба. Известно, что суперплюмы перемещаются с востока на запад [Пузанов, 2014]. Сейчас Южно-Тихоокеанское поднятие проходит Срединно-Тихоокеанский хребет, а Восточно-Африканское поднятие проходит Срединно-Аравийско-Индийский хребет. Поэтому в Тихом океане и на западе Индийского океана завершается образование супердайки. По-видимому, причиной того, что вулканы, находящиеся по центру хребта и в пределах Восточно-Африканского плюма и Средиземного моря, в основном действующие, а восточнее хребта, находящиеся в пределах Ирана, Турции и Кавказа, считаются потухшими.

Существующее представление об образовании Индийского океана не находит своего подтверждения. Существование самостоятельной оси спрединга, которая якобы отделила в юре Мадагаскар от Африки, также не находит своего места. Здесь самостоятельной оси спрединга просто не существовало. Остров Мадагаскар залегает на поверхности Африканской плиты, которая является частью Африканского континента, обрушенной в океан и погруженной в мантию. Такое же явление произошло и с Индийской и Аравийской плитой. Над плитами образовались глубоководные котловины. Над Африканской плитой образовались Сомалийская и Маскаренская котловины, над Аравийской и Индийской плитой образовались Аравийская и Центральная котловины. Африканская и Индийская плиты разбиты разрывными нарушениями на фрагменты плит, трассирующие многочисленными очагами вулканических построек. Относительно окружающих материков плиты никуда не двигались. В пределах Африканской плиты получили развитие ряд возвышенностей. Наибольшее значение имеют Мадагаскарская и Маскаренская возвышенности, на вершинах которых залегают остров Мадагаскар и фрагмент коры Сейшельских островов. Возвышенности не поднятия, а вершины, по-видимому, погребённых горных систем коры.

Остров Мадагаскар отделился от Африканского континента после того, как погрузилась или погружалась в мантию Африканская плита и затем передвигался по её поверхности в северо-восточном направлении. Затем, по каким-то причинам вновь переместился назад и застрял на Мадагаскарской возвышенности, оставив своё место в Маскаренской котловине. Точно так же переместился фрагмент Сейшельской коры и застрял на Маскаренской возвышенности. Остров Цейлон (Шри-Ланка) отделился от полуострова Индостан, перемещаясь по Индийской плите по кругу на юго-восток.

Примечательной структурой западной части Индийского океана является наиболее древний срединно-океанический Мальдивский хребет. Хребет расположен западнее полуострова Индостан и имеет меридиональное простираие. Он представлен продолжающимися один другого архипелагами атоллов: Лакадивским, Мальдивским и Чагос. Возраст его древнее Срединно-Аравийско-Индийского хребта, так как структуры последнего погружаются под Мальдивский хребет. По данным В.Е. Хаина и Н.В. Короновского [Хаин, Короновский, 2008] возраст вулканических построек закономерно уменьшается с севера на юг от позднемиоценового до эоценового. Возраст этих построек не отвечает возрасту Мальдивского хребта, а отвечает возрасту очагов вулканических построек Срединно-Аравийско-Индийского хребта. Северная часть Мальдивского хребта отвечает приблизительно 20 очагам (супердайкам) вулканических построек, что соответствует среднему мелу. Южная часть хребта находится в 6-7 циклах от центральной супердайки Срединно-Аравийско-Индийского хребта, что соответствует эоцену. Таким образом, возраст, полученный геологическими исследованиями на Мальдивском хребте, является возрастом супердаек Срединно-Аравийско-Индийского хребта, залегающим под Мальдивским хребтом.

Особый интерес представляет Аравийская плита, которая погрузилась, по-видимому, стремительно быстро, что создало мощное движение воды в океане. Сначала мощные объёмы океанической воды хлынули в образовавшуюся котловину и полуостров Индостан, а затем обратно в океан. В результате, по-видимому, это отразилось на положении острова Мадагаскар и коры Сейшельских островов. Сначала Мадагаскар и кора Сейшельских островов двигались в северо-восточном направлении, потом были отброшены мощной волной назад на Мадагаскарскую и Маскаренскую возвышенность соответственно. В результате, как было сказано выше, остров Мадагаскар оставил своё место в Маскаренской котловине (рис. 1).

Можно предположить, что плита погрузилась не так давно, так как она своей западной стороной коснулась центральной современной рифтовой долины. Это может отвечать четвертичному времени, а может быть времени жизни современного человека. У всех иранских народов сохраняется предание, что Рай находится под водой, на дне моря. Также во многих писаниях говорится, что Адам жил на берегу моря и «смотрел на восток, где под голубой лазурью вод лежал прекрасный Рай». Смотреть на восток он мог только на Аравийское море. «Боговидец» Моисей переписал у Шумеров о месте нахождения Рая: «И насадил Господь Бог Рай в Эдеме на Востоке... Из Эдема выходила речка для орошения Рая и потом разделилась на четыре реки. Имя одной – Фисон, она протекает через землю Хавила, ту, где золото. Имя второй Гихох (Геон), она протекает в землю Суш. Имя третьей реки Хиддекель (Тигр), она протекает перед Ассирией. Четвёртая река Евфрат (Быт. 2,8, 10-14)». Название рек в скобках, по-видимому, дано переводчиком после. Центральной рекой, вероятно, была река Евфрат, а остальные ответвления представляли дельту Евфрата, которые служили для орошения полей и садов Эдема. Красивая картинка, правда.

## Список литературы

1. Добровольский С.Г., Истомина М.Н. Наводнения мира / М.: ГЕОС, 2006, с. 227.
2. Пузанов В.И. Срединно-Атлантический хребет и его роль в развитии Атлантического океана / (<http://geolog-pvi.ru/sredinno-atlanticheskij-hrebet-format.htm>). 2014, 40 с.

3. Пузанов В.И. Срединно-Тихоокеанский хребет и его роль в развитии Тихого океана / (<http://geolog-pvi.ru/sredinno-tihookeanskij-hrebet-format.htm>). 2014, 18 с.
4. Хаин В.Е., Короновский Н.В. Планета Земля. От ядра до ионосферы / М.: КДУ, 2008, 244 с.
5. Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. Geologic time scale. / <http://www.tscreator.com>.
6. NOAA, 2005 [информ. ресурс]. Режим доступа: <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/s2365.htm> / - Загл. с экрана. Яз. англ.

Публикация - 13.02.2016

Редакция - 22.04.2016

Автор - Пузанов Владимир Иванович

Корректор - Пузанова Татьяна Анатольевна

Техническая поддержка - Куранов Никита Вячеславович