

Том LXIV	<i>Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)</i>	1968
Том XXVIII	<i>Труды Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (АзчерНИРО)</i>	

УДК 551.462+551.35(267)

МОРСКИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

В. С. Бортников и И. М. Белоусов
ВНИРО ИОАН

В последнее время изучению и освоению природных богатств западной части Индийского океана уделяется все большее внимание. Благодаря успешному освоению новых районов тралового промысла изучение геологии морского дна становится наиболее актуальной и важной задачей.

Однако до недавнего времени рельеф и донные отложения западной части Индийского океана оставались мало изученными (Буркар, 1953). Только после организации Международной Индоокеанской экспедиции в 1959 г. началось планомерное изучение этого района. За период с 1959 по 1963 г. в результате работ советских исследователей на экспедиционных судах «Обь» и «Витязь» (П. Л. Безруков, 1961; И. М. Белоусов, 1965; А. П. Лисицин, 1961), американских на «Виме», английских на «Оуэне» и «Далримпле», а также исследователей других стран получено много материалов о подводном рельефе и донных отложениях западной части Индийского океана (Безруков, 1961; Белоусов, Канаев, Марова, 1964 и др.).

Однако все перечисленные и многие другие авторы, освещая особенности состава и распределения донных отложений и вопросы геологического и геоморфологического строения глубоководных областей дна западной части Индийского океана, почти не приводят этих сведений для шельфа и верхней части материкового склона. Картографический материал по району шельфа и материкового склона западной части Индийского океана также крайне ограничен.

В связи с этим третьей и четвертой экспедициями АзчерНИРО в Индийский океан (экспедиционное судно «Владимир Воробьев», май 1963 г. — февраль 1964 г., июль — декабрь 1964 г.) был расширен комплекс фоновых океанологических исследований, в частности, были проведены геологические наблюдения на шельфе и верхней части материкового склона. Программа работ предусматривала сбор проб донных отложений и проведение эхолотного промера.

Во время этих экспедиций в западную часть Индийского океана были собраны 292 пробы донных отложений на шельфе и верхней части материкового склона, составляющие ценную коллекцию мелководных отложений западной части Индийского океана. Исследовались следующие районы: шельф и верхняя часть материкового склона Восточной Африки, островная отмель и верхняя часть склона о. Мада-

гаскар, гребень (вершинная поверхность) и склоны Маскаренского хребта (Сейшельское мелководье, банки Сая-де-Малья, Назарет и Судан). Материалы вышеупомянутых экспедиций, а также литературные данные послужили основой для настоящей работы.

Особенности осадконакопления в западной части Индийского океана тесно связаны с климатическими факторами, морфологией и геологическим строением прилегающих территорий суши, рельефом дна, динамикой и биологической продуктивностью океанических вод (П. Л. Безруков, 1961а).

В рельефе дна западной части Индийского океана, отличающемся значительными контрастами глубин и многообразием морфологических элементов даже в пределах небольших площадей, отчетливо выражены все основные морфологические зоны: зона шельфа (материковая отмель), зона перехода от континентов к океанам (материковый склон), ложе океана и срединно-океанский хребет.

В настоящей работе характеризуются наиболее существенные черты рельефа и донных отложений лишь шельфа и верхней части материкового склона.

Среди донных отложений шельфа и верхней части материкового склона западной части Индийского океана, представленных всеми гранулометрическими типами от валунов до глинистого ила, по вещественно-генетическому составу могут быть выделены следующие основные группы современных осадков: терригенные, органогенные, в основном известковистые ($>30\% \text{CaCO}_3$) и вулканогенные (П. Л. Безруков, 1961 а; А. П. Лисицин, 1961). Кроме того, на шельфе и материковом склоне западной части Индийского океана широко распространены выходы коренных пород.

ПОБЕРЕЖЬЕ ВОСТОЧНОЙ АФРИКИ

Материковая отмель Восточной Африки даже в пределах обследованных районов разнообразна по своей морфологии, морфометрии и донным отложениям.

Вдоль южного побережья Аденского залива ширина шельфа, как правило, равна 2—7 милям и только у острова Мейт она увеличивается до 11 миль. Расстояние от береговой черты до 20-метровой изобаты не более 3 миль, а местами эта изобата приближается к нему почти вплотную. Мористее глубины резко увеличиваются. Край материковой отмели находится на глубине 110—115 м. Вблизи края отмели отчетливо прослеживается вал, относительная высота которого достигает 10 м. Материковый склон южной части Аденского залива сильно рассечен в поперечном направлении. Расчленение, по-видимому, захватывает и внешнюю часть шельфа. Угол наклона верхней части материкового склона составляет $3,1—7,5^\circ$.

У северо-восточной оконечности африканского материка к северу от мыса Гвардафуй ширина шельфа не превышает 2,5 мили, а восточнее его шельф расширяется до 28 миль. Средняя глубина отмели 65—70 м. Внешний край отмели восточнее мыса Гвардафуй расположен на глубине 120 м. Изобата 1000 м проходит на расстоянии 60—70 миль от берега и огибает с внешней стороны островную отмель островов Абд-эль-Кури, Тэ-Бротерс и Сокотра.

От материка островная отмель Сокотры отделена понижением дна с глубинами около 1000 м. Протяженность отмели Сокотра с запада на восток около 140 миль. Очертания островной отмели неровные, поверхность ее сильно расчленена, граница с материковым склоном четкая.

Некоторые участки берега о. Сокотры окаймлены рифами. К южному берегу острова примыкает отмель протяженностью около 35 миль и глубинами менее 50 м. Западнее островов Тэ-Бротерс глубины отмели уменьшаются до 20 м. В прибрежных районах о. Абд-эль-Кури много скал и банок. Севернее острова на внешнем крае отмели расположены коралловые банки с минимальными глубинами менее 13 м.

Материковый склон северо-восточной оконечности африканского материка имеет сложное и неоднородное строение. Его поверхность, по-видимому, расчленена многочисленными разломами. Наиболее крутой склон находится к северу от о. Сокотра, где углы наклона местами превышают 10° .

К юго-востоку от мыса Гвардафуй верхняя часть материкового склона примерно до глубины 800 м пологая и ровная, ниже он осложнен мелкими уступами и террасами. Вероятно, аналогичный характер имеет материковый склон и южнее о. Сокотра.

Вдоль восточного берега Африки от мыса Гвардафуй до 9° с. ш. ширина материковой отмели колеблется в пределах 19—34 миль и только против мыса Рас-Хафун ширина отмели уменьшается до 13—18 миль. Пологий, однородный рельеф ее лишь в прибрежной части осложняется отдельными выходами скальных пород. В средней части отмели преобладают глубины 75—85 м. Перегиб внешнего края отмели к материковому склону постепенный и прослеживается на глубинах 115—120 м.

Верхняя часть материкового склона этого района, как правило, представляет собой пологую, незначительно расчлененную поверхность. Можно предположить, что в районе мысов Гвардафуй и Рас-Хафун основным рельефообразующим фактором являются процессы аккумулятивного выравнивания.

Шельфовые отложения северо-восточной части африканского материка представлены терригенными мелкозернистыми зеленовато-серыми или желтоватыми песками со значительной примесью крупнозернистого материала органогенного происхождения — крупных, часто окатанных обломков различных кораллов, битой и целой ракушки, панцирей морских ежей, мшанок. Среди терригенных отложений отмечаются спорадические небольшие по площади пятна коралловых или других органогенных осадков различной гранулометрии. На мелководье о. Сокотры преобладают коралловые галечно-гравийные или песчаные, реже более тонкие осадки. Значительные площади заняты коралловыми банками, рифами или выходами скальных пород.

Мористее изобаты 150—200 м на материковом склоне северо-восточной части африканского материка песчаные отложения сменяются смешанными терригенно-органогенными алевритовыми осадками (илистый песок, песчанистый ил). На верхней части склона о. Сокотра преобладают илистые коралловые пески, часто с примесью обломков кораллов и ракушки.

Условия для тралового промысла в пределах материковой отмели Северо-Восточной Африки благоприятны. Лишь местами встречаются небольшие повышения дна.

По имеющимся в настоящее время сведениям, мелководье островной группы Сокотра характеризуется чередованием благоприятных и неблагоприятных для тралового рыболовства участков дна. Поэтому здесь перед промыслом необходимо тщательное эхолотирование участков возможных рыбных скоплений.

Геологические наблюдения на шельфе и материковом склоне Восточной Африки в промежутке от 9° с. ш. до 2° ю. ш. велись лишь по-

путно во время переходов. Поэтому их краткая характеристика дается лишь по отдельным эхолотным галсам и литературным данным (Ж. Буркар, 1958; Материалы океанологических исследований экспедиционного судна «Витязь», 1962).

Материковая отмель Сомалийского побережья Восточной Африки от 9° с. ш. до 2° ю. ш. характеризуется множеством коралловых построек. Берег почти всюду окаймлен прибрежными коралловыми рифами, банками с глубинами до нескольких метров. Южнее $0^{\circ}30'$ вдоль бе-

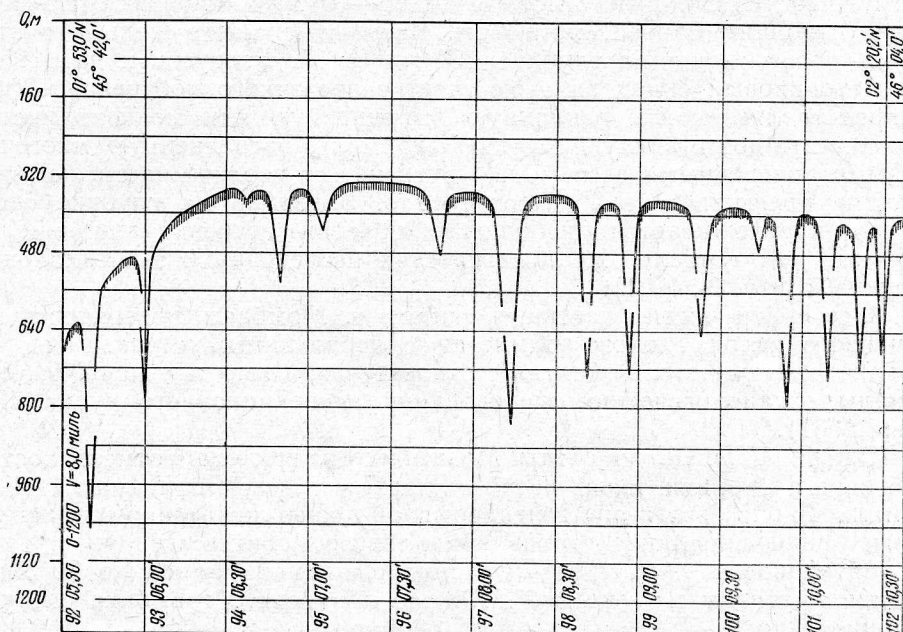


Рис. 1. Эхограмма материкового склона в районе порта Магадишо.

рега на расстоянии 2—2,5 миль от береговой черты расположено около 500 островов, островков и отдельных скал. В некоторых местах вблизи внешней кромки шельфа протягиваются узкие барьерные рифы.

Ширина этого участка материковой отмели Восточной Африки на всем протяжении незначительна и колеблется в пределах 0,5—6 миль. Берег приглубый. Область 20-метровых глубин имеет ширину от 0,2 до 6 миль, а изобата 200 м местами расположена всего в 1—2 милях от береговой черты. Северо-восточнее Могадишо внешняя граница шельфа прослеживается на глубинах 120—130 м, в районе г. Ламу она опускается до 130—140 м. Переход шельфа к материковому склону постепенный. Внешняя граница шельфа прослеживается в рельефе лишь по изменению углов наклона поверхности дна от $25'$ — 1° на шельфе до 2 — 5° и более на склоне.

Материковый склон характеризуется переменными углами наклона и резкой расчлененностью, множеством сравнительно коротких, но глубоко врезанных поперечных долин (рис. 1).

В пределах материковой отмели Сомалийского побережья Восточной Африки преобладают терригенно-органогенные песчаные осадки различной гранулометрии, перемежающиеся во многих местах с гравийным, реже более крупным, преимущественно коралловым материалом. Почти повсеместно в больших или меньших количествах встречается целая и битая ракушка.

Между 2 и 9° ю. ш. ширина материковой отмели увеличивается и достигает 40—45 миль. Здесь береговая линия восточного побережья Африки образует широкий открытый залив с крупными прибрежными островами Пемба, Занзибар, Мафия. Берег материка и островов окаймлен прибрежными коралловыми рифами. Поверхность шельфа неровная, глубины крайне неравномерны.

На поверхности материковой отмели разбросаны многочисленные банки и отдельные скалы. Местами вблизи внешней кромки шельфа прослеживается поднятие высотой до 50—60 м, являющееся, по-видимому, отмершим барьерным рифом. Внешняя граница шельфа в этом районе расположена на глубине 170 м (И. М. Белоусов и др., 1965).

Материковый склон на этом участке восточного побережья Африки представляет собой наклонную выровненную или мелкохолмистую поверхность, достигающую ширины 125 миль, расчлененную многочисленными поперечными долинами. Крутизна его верхней части, как правило, не превышает 1—2°. Восточнее о. Занзибар на глубине около 900 м прослеживается небольшая пологая ступень шириной до 11,5 миль (Материалы океанологических исследований экспедиционного судна «Витязь», 1961).

В северной части участка, в районе г. Момбасы, поверхность материкового склона полого-холмистая с небольшими уступами, однако изредка наблюдаются поднятия с относительной высотой до 400 м (Материалы океанологических исследований экспедиционного судна «Витязь», 1961).

Южнее 9° ю. ш. до бухты Мозамбик материковая отмель восточного берега Африки вновь резко сужается и имеет ширину от 1—5 до 10 миль. Вдоль берега почти непрерывной цепью лежат многочисленные рифы, банки и мелкие острова кораллового происхождения.

Материковый склон занимает зону шириной от 10 до 30 миль, средняя крутизна его около 3°. Южнее в районе Мозамбика она увеличивается до 4—5°.

На шельфе тропического пояса Восточной Африки преобладают органогенные и органогенно-терригенные, песчаные, песчано-гравийные, реже песчано-гравийно-галечные отложения, чередующиеся с отдельными скалами — рифами и широко распространенными, тянущимися на большие расстояния, прибрежными и барьерными рифами. Рифовые постройки предохраняют берега от размыва, но сами отмершие рифовые колонии интенсивно разрушаются, поставляя в океан обломочный карбонатный материал (А. П. Лисицин, 1961). Продукты размыва коралловых построек, целая и битая ракушка вместе с рифовыми кораллами являются основными типами донных осадков шельфа тропической Африки. Однако вблизи низких берегов и лежащих почти вплотную к ним мелких островов, окаймленных мангровыми зарослями, образуются своеобразные темно-зеленовато-серые или черные илистые осадки (песчанистый ил, ил, глинистый ил, реже илистый песок), обогащенные органическим веществом.

От бухты Мозамбик на юг материковая отмель, ограниченная глубинами 160—180 м, расширяется только у устьев крупных рек, приносящих с суши большое количество аллювиального материала, в других же местах она выдается в море лишь на 2—5 миль, а кое-где практически совсем выклинивается. Наибольшей ширины, до 75 миль, материковая отмель восточного побережья Африки достигает против устьев рек Замбези, Пунге, Саби (район отмели Софала).

Прибрежная часть шельфа в районе отмели Софала, являющаяся зоной аккумуляции аллювиального материала, доставляемого с суши

реками, представляет собой сравнительно выровненную поверхность с пологим (не превышающим 10—15') наклоном в сторону океана. Глубины центральной части материковой отмели распределены неравномерно. Изобаты 20, 50 и даже 75 м имеют очень сложные очертания и проходят на различном расстоянии от берега. Часто встречаются петлеобразные узкие изгибы изобат, отражающих, по-видимому, особенности строения коренных форм рельефа. Расчленение и морфология форм рельефа дна здесь оказываются особенно разнообразными. Относительные превышения отдельных положительных форм рельефа над окружающей поверхностью материковой отмели часто достигают 15—25 м (рис. 2).

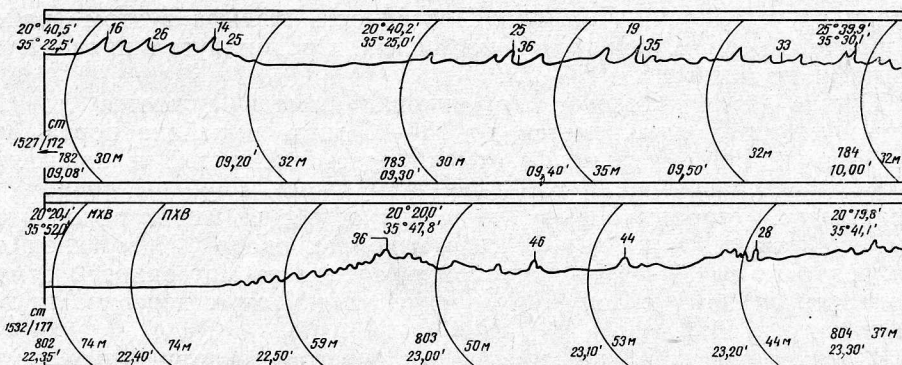


Рис. 2. Эхограммы шельфа в районе отмели Софала.

Рельеф внешней части шельфа в пределах глубин, превышающих 100 м, более спокойный, хотя крутизна поверхности шельфа в среднем равна 1—1°. Переход материковой отмели к континентальному склону резкий. Верхняя часть материкового склона представляет собой относительно ровную поверхность с небольшими углами наклона, в среднем 1,5—3°. В ряде мест континентальный склон рассечен неглубокими поперечными подводными долинами с пологими склонами. Основная часть шельфа покрыта илистыми песками и песками различной гранулометрии. Как правило, илистые пески имеют зеленоватый и зеленовато-серый цвет, пески — серый или коричневый.

На внешней части материковой отмели донные отложения представлены светло-коричневыми или серыми крупнозернистыми или разнозернистыми полимиктовыми песками с гравием, реже с ракушкой и обломками кораллов. Местами встречаются мелкие пятна кораллов и известковистых водорослей. По направлению к берегу пески постепенно становятся менее крупными и далее переходят в мелкозернистые. В центральной части шельфа донные отложения преимущественно средне- и мелкозернистыми песками. Примесь раковинного детрита или обломков кораллов невелика. Крупнозернистые пески сохраняются лишь на вершинных частях положительных форм рельефа.

Однако резкой границы смены осадков различной гранулометрии не наблюдается, и она может быть намечена лишь приближенно. По-видимому, мощность слоя рыхлых осадков центральной части шельфа невелика, так как на вершинных поверхностях положительных форм рельефа обнажаются (плита или отдельные скалы) коренные породы — полимиктовые разнозернистые песчаники.

Вблизи берега осадки почти всюду темно-серые или черные или-

стые (песчанистый ил, ил, реже глинистый ил), иногда с незначительной примесью ракушки.

На верхней части материкового склона широко развиты мелкозернистые полимиктовые зеленовато-серые пески и илистые пески, часто опускающиеся на значительные глубины, реже отмечаются песчаные илы.

Таким образом, на шельфе Восточной Африки в районе отмели Софала на глубинах на 75—80 м безаварийное ведение тралового лова возможно лишь при непрерывном эхолотировании. На внешней части шельфа и верхней части материкового склона условия ведения тралового лова более благоприятны.

Несколько уже (до 25—30 миль) материковая отмель к северо-востоку от устья реки Лимпопо. Поверхность шельфа в этом районе однородная, ровная, реже слабоволнистая. Средний угол наклона, по видимому, не превышает 15—20'.

Южнее залива Делагоа материковая отмель сужается до 2—10 миль и снова расширяется до 15—20 миль в районе порта Дурбан. Рельеф дна материковой отмели здесь спокойный и каких-либо значительных возвышений или впадин не имеет. Глубины равномерно возрастают в сторону океана, и поверхность дна имеет пологий наклон, не превышающий 10—15'. На глубинах около 170 м уклон дна увеличивается до 30'—1° — начинается переход от материковой отмели к континентальному склону, круто спускающемуся к поверхности Мозамбикского хребта.

В этих районах вблизи низменных берегов накапливаются темно-серые и черные илистые, плотные, вязкие осадки (песчанистый ил, ил, реже глинистый ил). Мористее они сменяются зеленовато-серыми или серыми и светло-коричневыми полимиктовыми илистыми песками или песками часто с примесью гравия и раковинного детрита. На внешней части шельфа преобладают илистые пески, иногда с окатанными обломками кораллов и лишь местами отмечаются выходы коренных пород.

Пологие углы наклона поверхности дна, отсутствие резких или значительных повышений дна и илисто-песчаные грунты в общем благоприятны для ведения тралового лова на шельфе и верхней части материкового склона Восточной Африки в районах залива Делагоа и порта Дурбан.

Южнее мыса Наталь на всем протяжении юго-восточный берег Африки очень приглуб: изобата 200 м проходит на расстоянии от 15 до 7 миль от береговой черты, а изобата 20 м местами почти вплотную прижата к берегу или проходит от него на расстоянии не более 1 мили.

Наиболее широкий участок шельфа у южной оконечности Африки — отмель Агульяс. Ширина его достигает здесь 160 миль. Изобата 20 м подходит к берегу почти вплотную. Углы наклона не превышают нескольких минут и в среднем равны 1,3'. Строение поверхности шельфа — сложное. В пределах изобаты 100 м четко прослеживаются глубоко врезанные долины различной конфигурации, отражающие, по-видимому, особенности строения рельефа фундамента шельфа. По иному расчленена внешняя часть шельфа, где некоторые банки, лежащие в непосредственной близости от кромки отмели, поднимаются до глубин 20 м, а большая часть площади дна занята обнажающимися коренными породами.

Верхняя часть материкового склона Южной Африки, осложненного почти на всем протяжении многочисленными выходами скальных пород,

у порта Моссел-Бей имеет углы наклона около 3°. От нее отчленяется ряд отдельных вершин-банок. С восточной стороны банки Агульяс в верхней части материкового склона на глубинах 200—500 м прослеживается несколько небольших выровненных ступеней. На глубине 1100 м расположена ступень шириной около 65 миль, опускающаяся до 2700 м. Угол наклона поверхности ступени 10—15'.

На банке Агульяс преобладают песчаные осадки различной granulometрии с ракушкой и рассеянным каменным материалом. В значительных количествах встречаются обломки и крупные глыбы фосфоритовых конкреций (П. Л. Безруков, А. П. Лисицин и др., 1961). Мощность рыхлых отложений на банке, по-видимому, невелика, так как почти каждое повышение дна является выходом коренных пород. На внешнем крае шельфа с юго-восточной части банки Агульяс располагаются крупнозернистые пески с большим количеством ракушки. На меньших глубинах осадки более тонкие, но с большим количеством рассеянного каменного материала. Южнее порта Моссел-Бей пески прослеживаются и на верхней части материкового склона на глубинах до 1000 м. Однако значительные площади верхней части материкового склона Южной Африки до глубин 700—1000 м заняты почти сплошными выходами скальных пород.

Траловые работы на банке Агульяс и прилегающих к ней участках материкового склона очень затруднены и возможны лишь при эхолотировании и выявлении обычно небольших по площади относительно выровненных ступеней или площадок. Крупные обломки и глыбы фосфоритовых конкреций также осложняют ведение тралового лова.

ОСТРОВ МАДАГАСКАР

Наиболее подробно обследован район центральной части западного побережья (рис. 3). Небольшой объем грунтовых работ выполнен у южной оконечности острова (отмель Этуаль). Вдоль восточного побережья острова в рейсе проводились лишь попутные эхолотные наблюдения (при заходе в порт Таматаве и переходе из Таматаве к южной оконечности острова).

Островная отмель, окаймляющая Мадагаскар, имеет различную ширину и разделяется на две части — более узкую крутую северо-восточную и восточную и сравнительно широкую и пологую южную, западную и северо-западную.

Ширина восточной части островного шельфа относительно постоянна и равна в среднем 20—25 милям. Поверхность ее неровная, а местами и сложнорасчлененная. Выходы коренных скальных пород, занимающих местами, по-видимому, значительные площади, встречаются на всех глубинах. В прибрежной части шельфа у северо-восточного побережья тянутся коралловые рифы. Сильно расчлененная поверхность островной отмели в районе порта Таматаве имеет ширину 15—20 миль. Относительные превышения положительных форм рельефа над общей поверхностью дна достигают 30 м.

Внешний край островной отмели с восточной стороны острова расположен на глубинах 60—100 м и выражен очень резко.

Вдоль западного побережья Мадагаскара ширина шельфа различна и меняется от 25—35 миль у южной оконечности острова до 2—5 миль у юго-западных берегов и до 35—50 у западных и северо-западных.

Характерной особенностью островной отмели западного побережья Мадагаскара является активная роль биогенных факторов рельефооб-

разования, главным образом рифообразующей деятельности кораллов, что почти повсеместно обуславливает необычайную сложность современного рельефа (рис. 4).

Почти на всем протяжении западного берега на поверхности прибрежной части островной отмели Мадагаскара широко развиты многочисленные береговые коралловые рифы. А близко к внешнему краю

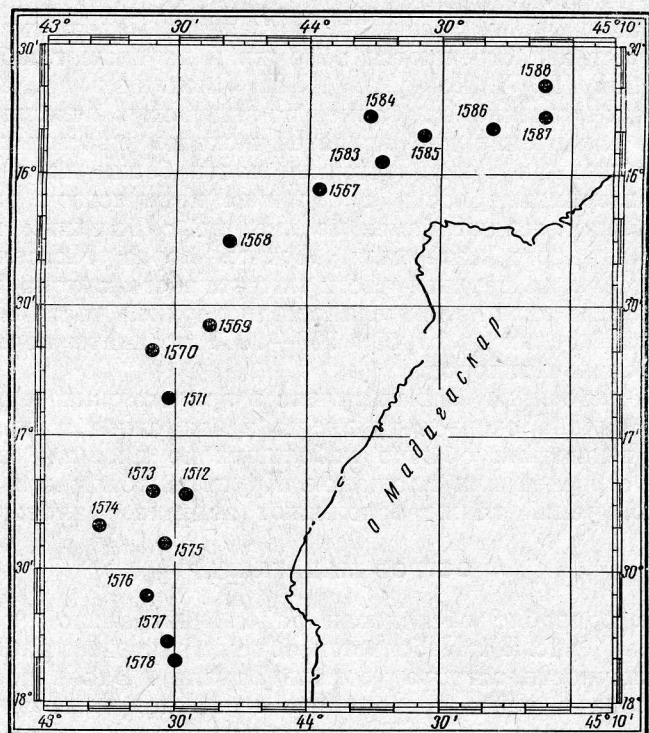


Рис. 3. Схема расположения грунтовых станций экспедиционного судна «Владимир Воробьев» в центральной части у западного побережья о. Мадагаскар.

отмели на несколько сот миль тянется барьерный риф. Наименьшие глубины над ним — около 10 м. На участке между 18° и 16° ю. ш. барьерный риф представляет собой цепочку вытянутых вдоль шельфа небольших банок, разделенных глубинами более 50 м. Таким образом, на материковой отмели западного побережья Мадагаскара, по-видимому, четко обособляются три морфологически различные части: прибрежная, центральная и внешняя.

Прибрежная часть островной отмели в интервале глубин до 20—30 м, в основном совпадающая с подводным береговым склоном, отличается разнообразием форм рельефа, широким развитием коралловых банок и рифов, многочисленными выходами коренных скальных пород, частой сменой фациальных условий осадкообразования.

Центральная часть характеризуется относительно выровненным и спокойным рельефом и незначительными уклонами поверхности дна. Внешняя часть шельфа, совпадающая в этом районе с зоной развития барьерного рифа, обладает сложным и расчлененным рельефом. Глубины внешнего края шельфа к западу от Носи-Бе составляют 44—60 м.

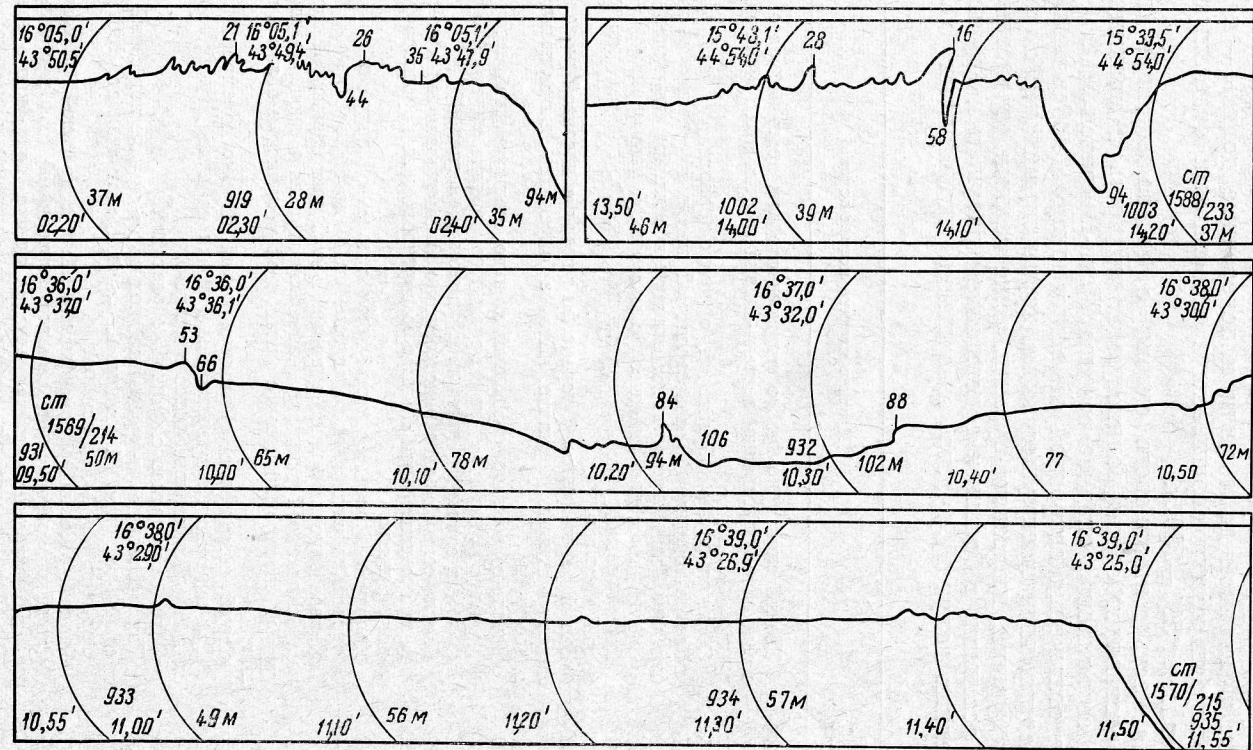


Рис. 4. Эхограммы шельфа центральной части западного побережья о. Мадагаскар.

Поверхность отмели довольно плавно переходит к поверхности островного склона.

Верхняя часть материкового склона восточного побережья Мадагаскара крутая (углы наклона от 10 до 15°) и отличается резким продольным и поперечным расчленением. На нем развиты небольшие продольные уступы, ступени, узкие депрессии с относительной глубиной более 200 м и шириной до 1 мили и поперечные долины — каньоны. Колебания глубин между вершинами и подножьями отдельных форм рельефа достигают 500—750 м.

Верхняя часть материкового склона с северо-западной стороны острова представляет собой волнистую поверхность с мелкими уступами. Угол ее наклона западнее острова Носи-Бе равен 7,1°.

Донные отложения островной отмели у южного побережья Мадагаскара представлены преимущественно крупнозернистыми и грубообломочными бурыми, желтовато-бурыми, реже серыми терригенно-органическими осадками с большим содержанием ракушки и крупных (до размера мелких валунов), часто совершенно неокатанных обломков кораллов.

№ станций	Глубина, м	Краткая характеристика осадка
1567/212	33	Тонкий слой ярко-бурого полужидкого ила, ниже которого залегает серый преимущественно песчано-гравийный осадок с крупнобитой ракушкой
1568/213	35	Обрывки фауны, обрастаний, обломок коралла
	40	Светло-коричневый разномерный песок с гравием и ракушек и большим количеством мелких окатанных обломков кораллов
1569/214	51	Серый разномерный песок с мелкобитой ракушкой
1570/215	60	Белый разномерный коралловый песок с гравием, мелкобитой и целой ракушкой
1571/216	48	Белый разномерный коралловый песок с дресвой ракушки и обломками живых кораллов. Второе опускание дночерпателя. Грунт аналогичен
1572/217	40	Светло-серый мелкозернистый хорошо сортированный песок
	23	Крупная (25×38 см) глыба скального коралла с фауной обрастаний
	25	Обломки скального коралла с фауной обрастаний
1573/218	50	Светло-серый мелкозернистый хорошо сортированный песок
1574/219	230	Белый мелкозернистый, хорошо сортированный кораллово-фораминиферовый песок
1575/220	47	Коричневый разномерный песок с дресвой ракушки
1576/221	44—39	Несколько опусканий на глубине от 44 до 39 м Первое опускание дночерпателя. Белый разномерный коралловый песок с дресвой ракушки. Четвертое опускание дночерпателя. Белый грубый коралловый песок с мелкобитой ракушкой и обломками кораллов
1577/222	44	Серый мелкозернистый полимиктовый хорошо сортированный песок
1578/223	26	Три опускания дночерпателя. Обломки кораллов, губка, водоросли, следы белого разномерного песка
1583/228	29	Обломки кораллов с фауной обрастаний
	29	Тонкий слой ярко-бурого ила, под которым залегает серый песчано-гравийно-ракушечный осадок. Картина аналогичная ст. 1567/212
1584/229	30	Обрывки фауны обрастаний
1585/230	32	Рыжий (ржавый) разномерный песок с дресвой ракушки
	37	Серый разномерный, заметно заиленный песок с дресвой ракушки. На поверхности тонкая илистая пленка ярко-бурого цвета
1586/231	31	Серый разномерный, слабо илистый песок с дресвой ракушки. На поверхности тонкая илистая пленка ярко-бурого цвета (почти аналогичен осадку на ст. 1585/230; несколько большая степень заиленности)
1587/232	37	Серый мелкозернистый слабоиственный песок с дресвой ракушки
1588/234	35	Белый разномерный коралловый песок с гравием, ракушкой и крупными обломками кораллов

Грубые песчано-гравийные отложения с большим количеством битой ракушки и обломками кораллов спускаются в этом районе даже на верхнюю часть материкового склона на глубины до 130—150 м и более.

В связи с тем что выполненный объем грунтовых сборов не позволяет полностью охарактеризовать распределение и состав осадочного покрова шельфа и верхней части материкового склона западного побережья Мадагаскара, а литература по этому вопросу отсутствует, ниже приводится краткая характеристика донных отложений по станциям см. таблицу на стр. 58.

Таким образом, донные отложения шельфа и верхней части материкового склона западного побережья Мадагаскара отличаются широтой спектра гранулометрических типов и пестротой распределения. Наиболее распространенными отложениями являются песчано-гравийные, мощность которых, по-видимому, невелика. Широкое развитие известковистых донных организмов определяет повышение содержания в осадках этого района органических компонентов (кораллов, ракушки, губки).

Интересно отметить, что на станциях 1567/212 и 1583/228 на глубине соответственно 33 и 29 м под тонким слоем ярко-бурого ила залегает серый грубый песчано-гравийно-ракушечный осадок, граница между которыми резкая.

Размещение в подстилающем слое более грубых отложений, несомненно, свидетельствует о существовании в недавнем прошлом иных условий седиментации, по-видимому, связанных с более высоким гипсометрическим положением островной отмели.

Наиболее удобна для траловых работ центральная часть островной отмели на глубинах 30—60 м.

Большинство прибрежных или повышенных участков дна с глубинами менее 30 м почти полностью непригодны для ведения тралового лова рыбы. Из-за многочисленных скальных обнажений коренного дна, зарослей кораллов, чередующихся с грубообломочными отложениями, здесь возможны частые задевы и обрывы тралов. Очень много задевистых участков дна и у внешней кромки шельфа в зоне развития барьерного рифа.

В районе западного побережья Мадагаскара тралы часто заполняются ракушкой, водорослями, обломками кораллов и особенно известковистой и стеклянной губок (до 2,5—3 т за получасовое траление).

МАСКАРЕНСКИЙ ХРЕБЕТ

На всем протяжении хребта отчетливо выделяются две морфологические провинции — широкая вершинная поверхность или гребень хребта и его склоны.

У северо-западного окончания хребта его вершинная поверхность представляет собой мелководное плато, на котором расположена группа Сейшельских островов. Сейшельское мелководье имеет неправильные, несколько вытянутые с северо-запада на юго-восток очертания, достигая 160 миль в длину. В южной части в субмеридиональном направлении от него отходит узкий отрог.

Островная отмель Сейшельских островов расположена на глубинах 30—75 м. Неровный, волнистый рельеф ее дна осложнен, кроме того, коралловыми рифами и банками. Колебания глубин в среднем составляют 6—10 м, местами превышения достигают 20—25 м (рис. 5).

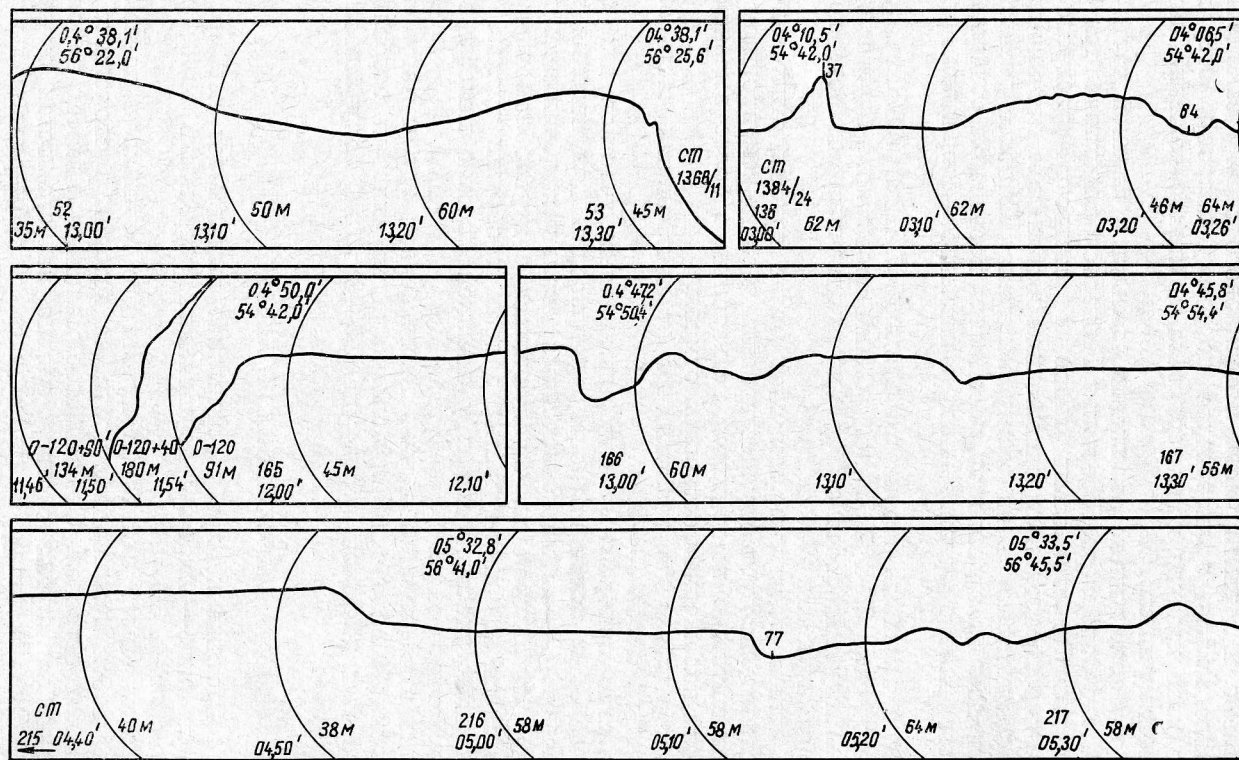


Рис. 5. Эхограммы шельфа в районе Сейшельских островов.

Углы наклона общей поверхности отмели колеблются от 0,5' до 30'. У островов местами развиты прибрежные отмели с меньшими глубинами, чем в среднем у всего плато. На этих участках возможны большие уклоны дна в местах перехода от поверхности островных отмелей к дну мелководья. Перегиб к склонам хребта в западной части плато располагается на глубинах до 70 м, в северной части — 60 м, в южной — 50 м и в восточной — 30—40 м. Вдоль северной, западной и частично южной оконечностей отмели прослеживается развивающийся барьерный риф в виде невысокого (до 5—10 м) вала и пологой блюдцеобразной депрессии с его внутренней стороны. На юго-востоке переход от поверхности Сейшельского мелководья к вершинной поверхности гребня Маскаренского хребта выражен уступом с перепадом глубин от 30—40 до 300—400 м. Поверхность гребня имеет пологокрупноволнистый характер рельефа. Глубина погружения гребня увеличивается до 1000 м и более по мере удаления на юго-восток.

На Сейшельском мелководье в интервале глубин 30—80 м преобладают белые коралловые пески или илистые пески, часто с примесью ракушки и гравийно-галечного карбонатного материала (окатанные обломки различных кораллов). Поверхность же мелководных банок с глубинами менее 30 м почти сплошь состоит из коралловых построек, следовательно, траловые работы здесь затруднены. На верхней части склона наиболее часты кораллово-фораминиферовые илистые пески и песчанистые илы.

Средняя часть гребня Маскаренского хребта образована банками Сая-де-Малья и Назарет. Для вершинной поверхности банки Сая-де-Малья характерна сложная расчлененность рельефа дна — неравномерное распределение глубин и большое разнообразие донных отложений. Глубинами более 500 м банка разделяется на вытянутую в меридиональном направлении узкую северную часть и округлую, неправильных очертаний, южную. Минимальные отметки глубин достигают 7 м.

Седловина с глубинами примерно 400 м и шириной около 100 миль отделяет банку Сая-де-Малья от банки Назарет, также характеризующуюся резко расчлененным рельефом вершинной поверхности. Минимальная глубина банки Назарет равна 16,4 м. Центральная часть банки расположена на глубинах менее 100—75 м.

Перегиб поверхностей банок Сая-де-Малья и Назарет к склону Маскаренского хребта достаточно резкий (рис. 6, а, б).

Траловые работы на мелководьях с глубинами менее 50—45 м из-за резкой расчлененности рельефа и тяжелых коралловых грунтов невозможны. В интервале глубин 50—120 м рельеф на обеих банках слабо волнистый, реже почти ровный. Грунты представлены белыми коралловыми песками и илистыми песками с примесью ракушки и гравийно-галечного карбонатного материала, реже песчанистыми илами. Условия для тралового промысла на этих глубинах вполне благоприятные.

Южнее банок Сая-де-Малья и Назарет, на гребне Маскаренского хребта расположены острова Каргадос и небольшая по площади коралловая банка Судан. Отмель островов Каргадос имеет глубины 45—76 м. Переход поверхности отмели к гребню хребта восточнее островов выражен уступом с перепадом глубин от 76 до 190 м на расстоянии 2,5 мили. Западнее островов островная отмель на глубине 64 м непосредственно переходит в склон хребта.

Вести траловой промысел на банке Судан нецелесообразно вследствие сложно расчлененного кораллового рельефа и тяжелых коралловых грунтов.

Маскаренский хребет имеет асимметричный поперечный профиль. Перегиб от гребня к склонам плавный и расположен на востоке на глубине 350 м, на западе — на 64—100 м. Склоны его морфологически разнообразны.

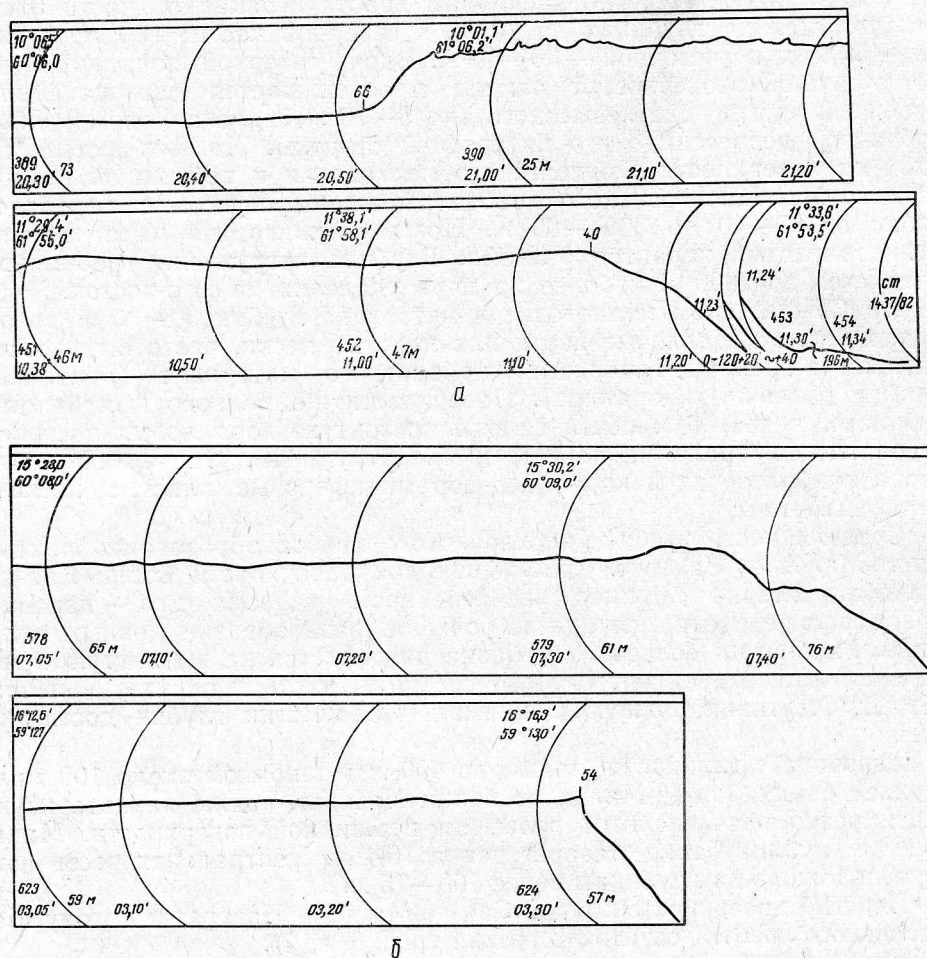


Рис. 6. Эхограммы вершинной поверхности:
а — банки Сая-де-Малья; б — банки Назарет.

Севернее Сейшельского мелководья поверхность верхней части склона слабоволнистая. Средний угол наклона — $10,3^\circ$, однако местами крутизна склона достигает 23° или уменьшается до $1,3^\circ$.

Северо-восточнее Сейшельских островов характер склона несколько иной. Крутизна его верхней части равна примерно 6° , а юго-восточнее островов она постепенно становится еще более пологой со средним углом наклона около $1,5^\circ$.

Севернее и северо-восточнее банки Сая-де-Малья склон рассечен несколькими каньонами, пологими поднятиями и неглубокими продольными депрессиями.

Поверхность восточного склона Маскаренского хребта сравнительно ровная. Средний угол наклона — примерно $10,5^\circ$.

Юго-западные и западные склоны Маскаренского хребта имеют

более сложно расчлененное строение и несколько бóльшую крутизну. Так, западнее Сейшельских островов уклоны дна достигают $14,4^\circ$.

Для выяснения возможности ведения траловых работ на склонах Сейшельского мелководья банок Сая-де-Малья и Назарет, а также собственно Маскаренского хребта необходима постановка специальных работ.

Южная часть Маскаренского хребта увенчана рядом вулканических островов и банок, имеющих узкую, расчлененную, крутую островную отмель и крутые склоны. У о. Реюньон коралловые рифы развиты лишь у юго-западного побережья. Значительно сильнее расчленен берег о. Маврикий, окруженный почти со всех сторон береговым рифом. Юго-восточнее острова, отделяясь от него глубоким проливом, тянется барьерный риф (Ф. Махачек, 1961).

Заклучение

Большой интерес к изучению рельефа и современных донных отложений шельфа и материкового склона западной части Индийского океана вполне закономерен. Он вытекает из практической значимости шельфовой зоны и прилегающих глубин материкового склона для рыболовного промысла с одной стороны и необходимости познания хода современного осадкообразования в таком специфическом районе, каким является западная часть Индийского океана.

Анализ материалов по геоморфологии и литологии шельфовой зоны Восточной Африки, Мадагаскара, вершинной части Маскаренского хребта, собранных экспедициями на экспедиционных судах «Владимир Воробьев», «Витязь», «Обь» и некоторыми иностранными судами, а также литературные данные по геологии Африки и Мадагаскара позволяют сделать ряд выводов об отличительных чертах строения описываемых районов.

Значительное морфологическое разнообразие отдельных участков материковой отмели обусловлено различной геологической историей массивов суши, подводным продолжением которых она является. Образование современной поверхности материковой отмели связано, как и в большинстве районов Земли, с эвстатическими колебаниями уровня моря в ледниковые и межледниковые эпохи четвертичного периода. Определенное место в процессе образования отмели восточной Африки занимали, по-видимому, эпейрогенические колебания восточной окраины материка.

Характерной особенностью района является его расположение в тропическом поясе. Благодаря этому активная роль в образовании поверхности материковой отмели принадлежит биогенным факторам рельефообразования, главным образом рифообразующей деятельности madreporовых кораллов, что почти повсеместно находит свое выражение в современном рельефе и донных отложениях. В результате образовалось неровное дно с множеством островков, банок, рифов, характерное для отмели Африки и Мадагаскара.

Указанное выше различие между восточной и западной отмелью Мадагаскара объясняется, по всей видимости, тем, что вдоль восточного побережья острова проходит гигантский разлом, по которому произошли глубокие опускания. Таким образом, отмель восточного побережья представляет собой узкую абразионную террасу, выработанную в поверхности зеркала разлома.

На северо-западном берегу острова имеются признаки недавнего погружения прибрежных равнин — затопленные рифы, эстуарии и

острова. Такое предположение подтверждается и тем, что берег северо-западной части Мадагаскара сильно изрезан бухтами и устьями рек, приотпленными водами океана. При рассмотрении очертаний кромки островной отмели видно, что она в значительной степени сглаживает изрезанность берега.

Ряд морфологических данных свидетельствует о том, что Маскаренский хребет испытывал в недалеком прошлом тектонические движения, причем северная его часть (Сейшельское плато) поднималась, а район островов Каргадос — опускался. Не исключена возможность, что на месте островов Каргадос не так давно находились более обширные пространства суши.

Ограниченность аналитических данных затрудняет пока создание полной картины процесса осадкообразования на шельфе и прилегающих глубинах материкового склона западной части Индийского океана. Остаются неясными также многие вопросы тектоники и геоморфологии морского дна и прилегающей суши, нет точных данных о количестве и составе доставляемого с суши осадочного материала. Ряд важных районов шельфа, в частности, наиболее близкие к действующим вулканическим очагам, не были исследованы.

Завершение камеральной обработки материалов экспедиций 1963—1964 гг. позволит, по-видимому, значительно расширить существующие представления о рельефе шельфа и верхней части материкового склона и об основных закономерностях распределения и состава донных отложений и процессов современного осадкообразования в западной части Индийского океана.

ЛИТЕРАТУРА

- Безруков П. Л. Исследование донных осадков в северной части Индийского океана. Сб. «Океанологические исследования», № 4, X раздел программы МГГ, Изд-во АН СССР, 1961а.
- Безруков П. Л. Исследование Индийского океана в 33 рейсе экспедиционного судна «Витязь». Океанология, № 4, 1961б.
- Безруков П. Л., Лисицин А. П. и др. Карта донных осадков Мирового океана. Современные осадки морей и океанов. Изд-во АН СССР, 1961.
- Белоусов И. М. 31 рейс экспедиционного судна «Витязь». Океанология, №№ 1, 2, 1961.
- Белоусов И. М., Бортников В. С., Марова Н. А. Рельеф и грунты северо-западной части Индийского океана. «Гидрометеорологический справочник для рыбной промышленности по западной части Индийского океана». М., Гидрометиздат, 1965.
- Белоусов И. М., Канаев В. Ф., Марова Н. А. Рельеф дна северной части Индийского океана. ДАН СССР. Т. 155, № 5, 1964.
- Буркар Ж. Рельеф океанов и морей. М.—Л., 1953.
- Индийский океан. Физическая карта 1 : 15 000 000. ГУТК, М., 1963.
- Лисицин А. П. Процессы современного осадкообразования в южной и центральной частях Индийского океана. Современные осадки морей и океанов. Изд-во АН СССР, 1961.
- Материалы океанологических исследований экспедиционного судна «Витязь» 1959/60 г. Рельеф дна. Под ред. И. М. Белоусова. М., изд-во «Наука», 1962.
- Махачек Ф. Рельеф земли. Том II. М., Изд-во иностранной литературы, 1961.