

УДК 551.462

В. М. ВОЛЬНЕВ

О МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ТИПАХ МАТЕРИКОВОГО ПОДНОЖИЯ

Выделение материкового подножия в качестве самостоятельного морфологического элемента подводной окраины материка (наряду с шельфом и материковым склоном) обусловлено значительным своеобразием рельефа и структурного плана этой зоны.

В статье дается краткий анализ взглядов на формирование прогиба под материковым подножием, рассматриваются основные рельефообразующие процессы и их роль в формировании современного облика подножия; по различиям в аккумулятивном процессе выделяется несколько морфологических типов материкового подножия.

До сравнительно недавнего времени в пределах подводной окраины материка выделяли два основных морфологических элемента: шельф и материковый склон. Однако около двадцати лет назад при более детальном эхолотном промере в нижней части материкового склона были замечены существенные отличия в морфологии этой зоны. Было обнаружено, что между материковым склоном и ложем океана расположена более или менее широкая наклонная равнина, которую Хейзен (Heezen, 1959) выделил в качестве третьего элемента подводной окраины материка наряду с шельфом и материковым склоном и дал ему наименование «continental rise», переводимое в советской литературе как «материковое подножие» (Леонтьев, 1968).

По своим размерам материковое подножие принадлежит к наиболее обширным зонам океанического дна. Верхней границей служит подошва материкового склона, нижней — зона перехода к абиссальным равнинам. Ширина материкового подножия колеблется от 0 до 600 км. Уклон меняется от 1 : 40 в верхней части до 1 : 2000 в нижней.

Площадь материкового подножия составляет: 25,9 млн. км² в целом по Мировому океану; 3,1 — в Тихом океане; 12,5 — в Атлантическом; 9,45 — в Индийском; 0,9 — в Северном Ледовитом океане (Леонтьев и др., 1975).

До выделения в самостоятельную таксономическую единицу материковое подножие или включалось в пределы материкового склона, или рассматривалось как часть глубоководного ложа океана. Однако исследования последних лет, в первую очередь геофизические работы, подтвердили своеобразие как рельефа, так и структурного плана этой зоны и способствовали дальнейшему повышению интереса к материковому подножию. Не останавливаясь детально на строении фундамента под материковым подножием, отметим, что в большинстве случаев структурой земной коры в этой зоне является прогиб, который может быть или полностью компенсирован осадками или оставаться выраженной в рельефе депрессией (Обузн, 1967). Природа этого прогиба до настоящего времени неясна. В качестве основных рабочих гипотез в разное время для объяснения их генезиса выдвигались «континентальная флексура» (Буркар, 1953; Шепард, 1969), когда материковое подножие рассматривалось как опущенная часть платформы, втянутая в зону отрицательных вертикальных движений земной коры, присущих ложу океана; геосинклинальные процессы (материковые подножия — современные эвгеосинклинали) (Drake et al., 1959); изостатическая компенсационная

депрессия, возникшая в результате формирования многокилометровых толщ осадков (Дитц, 1966; Кривоуцкий, 1971, и др.). С позиций «глобальной тектоники плит» прогибы в основании материкового подножия Северо-Американского побережья Атлантического океана, возможно, представляют собой области субдукции, образованные на начальной стадии погружения Американской плиты при ее движении от Срединно-Атлантического хребта (Dewey, Bird, 1970).

Формирование современного рельефа материкового подножия в первую очередь зависит от характера и интенсивности экзогенных процессов, протекающих как в его пределах, так и в смежных с ним областях. Как уже упоминалось, морфологически материковое подножие представляет собой пологонаклонную в сторону абиссали равнину, сложенную мощной толщей рыхлых осадков. Для понимания процессов формирования этой аккумулятивной равнины следует рассмотреть, что является питающей провинцией, как и через какие области осуществляется транзит материала и где и при каких условиях происходит его аккумуляция.

Питающей провинцией является материк, реки которого поставляют рыхлый материал в виде твердого стока. Транзитной зоной служат шельф и материковый склон, по которым осадки движутся вниз как в результате подводных оползней и крипа, так и (главным образом) в виде мутьевых потоков по подводным каньонам, достаточно широко распространенным на шельфе и материковом склоне (Леонтьев, Сафьянов, 1973). Последним элементом этой триады является материковое подножие, где происходит отложение этого материала и формируются мощные толщи осадков.

Источниками поступления осадочного материала в пределы подводной окраины материка служат в первую очередь реки прилегающей суши (18,5 млрд. т/год, Лисицын, 1974). Помимо выноса рек имеются и другие, менее значительные источники, как то: морская абразия, золотой вынос с суши, вулканические извержения пирокластического вещества, принос материала айсбергами из областей современного покровного оледенения.

Попадая в пределы шельфа и материкового склона (транзитная зона), осадочный материал под действием силы тяжести начинает перемещаться вниз, в область материкового подножия. Основные виды его движения (в зависимости от конкретных условий района) — подводное оползание, крип, мутьевые потоки. При этом наиболее существенным фактором переноса осадков и моделировки донного рельефа в пределах подводной окраины являются, несомненно, мутьевые потоки, среди которых различают потоки высокой и малой плотности (Пыхов, 1973). Причем если мутьевые потоки высокой плотности в большинстве случаев представляют собой разовые, катастрофического характера явления, то потоки малой плотности (11—13 мг/л) действуют практически повседневно и, по мнению О. К. Леонтьева (1975), именно они ответственны за выработку линейных эрозионных форм на материковом подножии. Определенное воздействие на рельеф материкового подножия могут оказывать постоянные течения поверхностной циркуляции (геострофические) и приливо-отливные.

В самое последнее время О. К. Леонтьев первым из советских исследователей отметил большую роль донных течений в формировании материкового подножия. Образуясь главным образом за счет выхолаживания на Антарктическом шельфе, придонные массы медленно сползают вниз по материковому склону и, растекаясь по котловинам ложа океанов, проникают далеко на север. В пределах материкового подножия они могут строить гигантские аккумулятивные формы, принцип образования которых до некоторой степени сходен с образованием аккумулятивных форм в береговой зоне, но процесс и формы отличаются

неизмеримо большими масштабами (Леонтьев, 1975). Таковы Ньюфаундлендский аккумулятивный хребет, хребет Багама-Блейк и др. Малая скорость накопления осадков компенсируется огромной длительностью процесса.

Одной из самых интересных форм рельефа подводных окраин материков являются подводные каньоны, достигающие иногда огромных размеров и имеющие десятки и сотни км в длину. Роль подводных каньонов в формировании и развитии рельефа подводной окраины материка неодинакова в пределах различных морфологических областей — шельфа, материкового склона и материкового подножия. В верховьях подводных каньонов, которые, как правило, приурочены к шельфу или верхней части материкового склона, преобладают процессы эрозии (Сафьянов, 1975). Средний участок, расположенный в пределах материкового склона, является в основном транзитной зоной. В приустьевых частях, приуроченных к материковому подножию, главенствующую роль играют процессы аккумуляции. Роль подводных каньонов в формировании рельефа подводной окраины материка двояка: с одной стороны, собственно подводные каньоны — это крупные формы рельефа; с другой — это трассы перемещения значительных масс осадков на более низкие гипсометрические уровни. Таким образом, большинство подводных экзогенных процессов способствуют перемещению осадочного материала вниз, в пределы материкового подножия, где формируются мощные толщи рыхлых отложений.

Основным составным элементом материкового подножия являются, как правило, конусы выноса подводных каньонов, обладающие в то же время собственным сложным рельефом и специфическим составом осадков (Вольнев, 1976).

Исследования подводных конусов выноса в различных частях Мирового океана позволяют подразделить их на два морфогенетических типа (Nelson, Milsen, 1974): океанический и средиземноморский. В первом случае в качестве источника питания выступает одиночный крупный подводный каньон; конус выноса относительно просто устроен, имеет в плане очертания, близкие к изометричным. Такие конусы характерны для окраины открытого океана. Второй тип обусловлен выносом осадочного материала по разветвленной системе подводных каньонов. В результате образуются сложнопостроенные, сливающиеся и перекрывающие друг друга конусы. Они типичны для бассейнов средиземноморского типа, для внутренних морей (типа Черного) и зачастую представляют собой единый аккумулятивный шлейф материкового подножия.

Суммируя все сказанное выше, можно сделать вывод, что применительно к Мировому океану в целом возможны несколько основных вариантов формирования рельефа материкового подножия в зависимости от местных факторов.

1. В пределах подводной континентальной окраины осуществляется экстремально мощный вынос твердого материала по единичным подводным каньонам, получающим питание благодаря гигантскому твердому стоку крупнейших речных артерий, преимущественно экваториально-тропической зоны. В этом случае формируются обширные единичные конусы выноса, выходящие дистальными окончаниями далеко за пределы подводной окраины материка. Примером могут служить Бенгальский подводный конус, конус выноса Конго.

2. В пределах некоторого участка подводной окраины материка имеется один или несколько крупных подводных каньонов, обеспечивающих вынос большого количества обломочного материала и отстоящих друг от друга на значительном расстоянии. При этом роль донных течений невелика. В данном случае каждый подводный каньон будет формировать свой собственный конус выноса. Степень наложения и переслаивания боковых зон подводных конусов выноса будет зависеть глав-

ным образом от расстояния между каньонами. Конусы выноса в плане имеют очертания, близкие к изометричным. Материковое подножие в этом случае представляет собой пологонаклонную в сторону абиссали равнину, прорезанную относительно прямолинейными долинами подводных конусов выноса, образующими в плане обычно веерообразный рисунок. Внешний край материкового подножия в этом случае имеет в плане вид гиганских фестонов, а его продольный профиль имеет пологовогнутую форму.

В качестве примера можно назвать участок материкового подножия в северо-восточной части Тихого океана, сформированного конусами выноса подводных каньонов Дельгада и Монтерей.

3. Подводные каньоны отстоят друг от друга на небольших расстояниях и образуют сложную сеть на подводной окраине материка. В этом случае, независимо от роли донных течений, выделить подводные конусы выноса отдельных каньонов практически невозможно. Перекрывая друг друга или сливаясь, они образуют единый аккумулятивный шлейф материкового подножия, пологонаклонный в сторону абиссали и отличающийся сложным рельефом и интенсивным эрозионным расчленением.

4. При наличии длительно действующего, устойчивого во времени донного течения большой мощности, типа Западного Пограничного в северо-западной Атлантике или Антарктико-Атлантического в Аргентинской котловине, возрастает роль именно этого фактора. При таком варианте в пределах материкового подножия будут формироваться гигантские аккумулятивные формы, напоминающие те, что образуются в береговой зоне (косы, пересыпи и пр.), но неизмеримо больших размеров (Леонтьев, 1975).

Кроме осадочного материала, переносимого донным течением, в построении этих гигантских аккумулятивных форм участвуют и осадки, поступающие по подводным каньонам, из которых при отсутствии донных течений могли бы формироваться обычные подводные конусы выноса. В качестве примера материкового подножия, рельеф которого в значительной мере обусловлен именно донными течениями, О. К. Леонтьев (1975) приводит атлантическую подводную окраину Северной Америки между Ньюфаундлендом и Багамскими островами (Емеги, Uchuri, 1972).

Рассмотренные выше типы материкового подножия в общем виде сведены в таблицу.

Крупные аккумулятивные формы на материковом подножии Мирового океана

Характер аккумулятивного процесса	Формы рельефа	Примеры
Экстремально-мощный вынос твердого материала по единичным подводным каньонам, получающим питание благодаря гигантскому твердому стоку крупнейших речных артерий преимущественно экваториально-тропической зоны	Гигантские единичные конусы выноса, выходящие дистальными окончаниями далеко за пределы подводной окраины материка	Бенгальский, Конго
Обильный концентрированный сток твердого материала по крупным единичным подводным каньонам	Отдельные конусы выноса	Дельгада, Монтерей
Обильный рассеянный сток твердого материала по разветвленным системам многочисленных небольших каньонов	Слившиеся конусы выноса (аккумулятивный шлейф)	Бискайский залив, Средиземное море, Черное море
Перенос твердого материала квазистационарными донными течениями	Абиссальные «гигантские аккумулятивные формы»	«Аккумулятивные хребты» Багама-Блейк, Ньюфаундлендский, Сапиола, Деви

- Буркар Ж. Рельеф океанов и морей. М., Изд-во иностр. лит., 1953.
- Вольнев В. М. О некоторых формах рельефа материкового подножия. «Вестн. МГУ. География», № 4, 1976.
- Дитц Р. С. Эволюция океанов как следствие разрастания площади их дна. В сб. «Дрейф континентов, горизонтальные движения земной коры». М., «Мир», 1966.
- Кривошукский А. Е. Жизнь земной поверхности. М., «Мысль», 1971.
- Леонтьев О. К. Дно океана. М., «Мысль», 1968.
- Леонтьев О. К. О гигантских аккумулятивных формах абиссальных областей дна Мирового океана. «Океанология», т. XV, № 6, 1975.
- Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Калинина Л. И. Площади основных морфоструктурных элементов дна Мирового океана. «Докл. АН СССР», т. 222, № 6, 1975.
- Леонтьев О. К., Сафьянов Г. А. Каньоны под морем. М., «Мысль», 1973.
- Лисицын А. П. Осадкообразование в океанах. М., «Наука», 1974.
- Обуэн Ж. Геосинклинали, проблемы происхождения и развития. М., «Мир», 1967.
- Пыхов Н. В. Условия и причины нарушения устойчивости осадков на дне океанов. «Океанология», т. XIII, № 2, 1973.
- Сафьянов Г. А. Подводные каньоны и их взаимодействие с береговой зоной. Автореф. докт. дис. М., 1975.
- Шепард Ф. П. Морская геология. Л., «Недра», 1969.
- Dewey I. F., Bird I. Plate tectonics and geosynclines. «Tectonophysics», v. 10, № 5/6, 1970.
- Drake C. L., Ewing M., Sutton G. H. Continental margin and geosynclines: the east coast of North America, north of Cape Hatteras. Phys. and Chem. of the Earth, Pergamon Press Oxford, 3, 1959.
- Emery K., Uchupi E. Western North Atlantic ocean, 1972.
- Heezen B. C. Submerged ancient beaches of the Atlantic. Prep. 1-st Int. Oceanogr. Congr. Washington, 1959.
- Nelson C. H., Milson T. H. Depositional trends of modern and ancient deep-sea fans. Mod. and Ancient geosynclinal sediments. Proc. symp. Madison, Wisc., 1972, Tulsa, Okla, 1974.

Министерство
геологии СССР

Поступила в редакцию
13.XII.1977

ON MORPHOLOGICAL TYPES OF CONTINENTAL RISE

V. M. VOLNEV

Summary

Continental rise is considered to be an individual morphological element of submarine margin of continents, the identification based on special features of structural plan, topography and relief-forming processes. Thorough analysis of the processes allows to describe kind of geomorphic sequence: source area (continent) — zone of transport (shelf, continental slope) — zone of accumulation (continental rise). Local factors (such as submarine canyons bottom currents etc.) result in various types of continental rise; the author tries to classify them according to main process of accumulation.