

Пересыпи на дне океана

Профессор О. К. Леонтьев



Олег Константинович Леонтьев, доктор географических наук, заведующий кафедрой геоморфологии, руководитель лаборатории морской геоморфологии Московского государственного университета. Участник океанологических экспедиций в Индийском и Тихом океанах. Лауреат премии им. Д. Н. Анучина.

Известно, что дно океана изрезано каньонами и долинами, покрыто хребтами и горами. Однако до последнего времени считали, что сложный рельеф океанского дна имеет тектоническое происхождение, а морские течения существенного значения в образовании крупных форм рельефа дна не имеют.

Но вот совсем недавно при сейсмоакустическом профилировании огромного Восточно-Тихоокеанского экваториального вала оказалось, что эта форма подводного рельефа, шириной до 500 км и тянущаяся на 2 тыс. км, сложена мощной толщей косослоистых осадков и они не подвергались каким-либо тектоническим дислокациям. Значит, эту гигантскую форму рельефа никак нельзя считать тектоническим образованием.

Этот и многие другие появившиеся в последние годы факты позволяют по-новому оценить значение донных и поверхностных течений и, более того, помогают понять роль экзогенных рельефообразующих процессов на дне океана. А роль эта, как выясняется, весьма велика.

В результате недавних исследований установлено, что даже и на больших глубинах постоянно действуют донные течения, которые возникают главным образом из-за опускания и растекания по дну океанов холодных и тяжелых антарктических вод, проникающих далеко на север, и в меньшей степени (в северо-западной части Атлантики) вод Норвежского бассейна. Срединно-океанические хребты не препятствуют их движению — донные антарктические воды прорываются в поперечные желоба. Воды Норвежского бассейна, напри-

мер, по разлому Рейкьянес проникают в западную, лежащую за Срединно-Атлантическим хребтом, часть океана. Затем они следуют на юг вдоль подводной окраины Северо-Американского материка, образуя здесь так называемое Западное пограничное донное течение, тянущееся до внешнего Антильского хребта. Скорость его достигает 15—20 см/с, что достаточно для переноса алевритовых, т. е. размером 0,1—0,02 мм, и возможно, даже мелкопесчаных частиц.

По подводным фотографиям удается не только установить существование течения, но и приблизительно оценить его скорость. Кроме того, проследить такие течения удается по характеру эхограммы: осадки, находящиеся в движении, дают иной рисунок отражения звуковой или ультразвуковой волны, чем коренные породы или поверхность осадков, находящиеся в неподвижном состоянии.

Естественно предположить, что перемещение донного осадочного материала на участках замедления скорости должно приводить к результатам, внешне похожим на те, которые наблюдаются при вдольбереговом перемещении наносов в пределах береговой зоны. Другими словами, на огромных глубинах будут образовываться аккумулятивные формы типа кос, пересыпей, форм «заполнения входящего угла». Однако, если в береговой зоне при донном вдольбереговом перемещении наносов образуются микро- и мезоформы, то на больших глубинах, имея в виду огромные масштабы самого течения и не идущую ни в

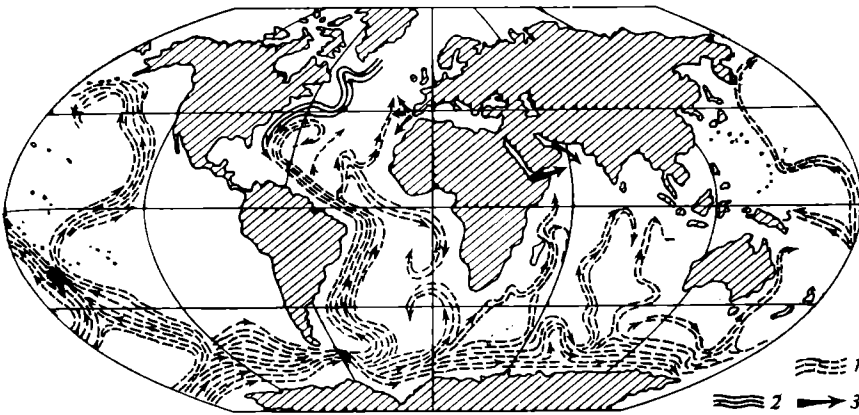
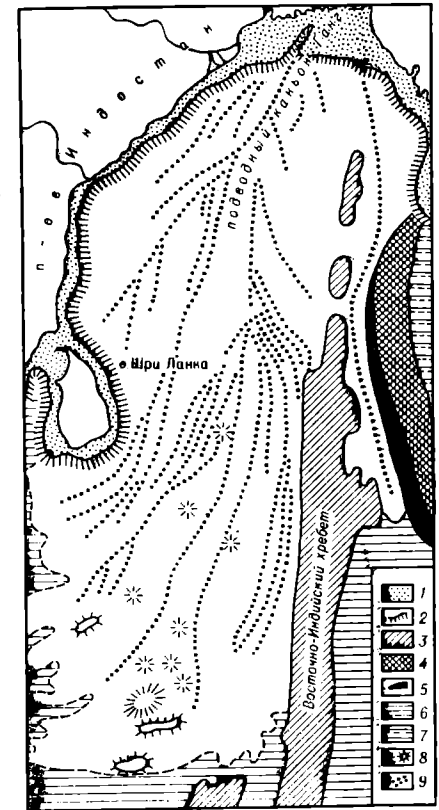


Схема глубинных (придонных) течений в Мировом океане (по материалам Дж. Росса, К. Эмери и др. с добавлениями автора). Глубинные течения перемещают донный осадочный материал. На участках замедления скоростей этих течений образуются гигантские аккумулятивные формы типа кос и пересыпей. 1 — течения, обусловленные растеканием антарктических вод; 2 — западное пограничное донное течение; 3 — течения, связанные со стоком ненормально соленых вод.



Гигантский конус выноса каньона Ганга. Происхождение конусов выноса связано с деятельностью мутьевых потоков, стекающих в глубины по подводным каньонам. Конус выноса Ганга имеет площадь около 1 млн км², вершина его расположена на глубине 1 тыс. м, а подножье на глубине 4 тыс. м. 1 — шельф, 2 — материковый склон, 3 — подводные хребты ложа океана, 4 — островная дуга, 5 — глубоководный хребет, 6 — абиссальная равнина ложа океана, 7 — абиссальная равнина Андаманского моря, 8 — подводные горы, 9 — ложбины мутьевых потоков.

какое сравнение с условиями береговой зоны длительность действия течения, следует ожидать формирования поистине гигантских по своим размерам образований. Это не исключает, разумеется, и возникновения различных мелких гряд или валов, ряби и других некрупных форм.

На первый взгляд может показаться странным, что мощным фактором, способным при благоприятных условиях создавать крупные аккумулятивные формы донного рельефа, являются также и некоторые поверхностные океанские течения. Охватывая толщу поверхностных и промежуточных вод, они переносят огромное количество взвешенных осадочных частиц, которые медленно выпадают на дно по пути следования течения. Поверхностным океанским течением создана, например, такая гигантская форма подводного рельефа, как Восточно-Тихоокеанский экваториальный вал. Он в основном сложен осадками биогенного происхождения, обилие которых в этой зоне связано с подъемом здесь глубинных вод.

Итак, донные и стационарные течения могут создавать огромные аккумулятивные формы рельефа. Полученные при сейсмоакустическом профилировании данные позволяют их классифицировать. Попытаемся выделить наиболее типичные формы подводного аккумуляционного рельефа и рассказать об их основных чертах.

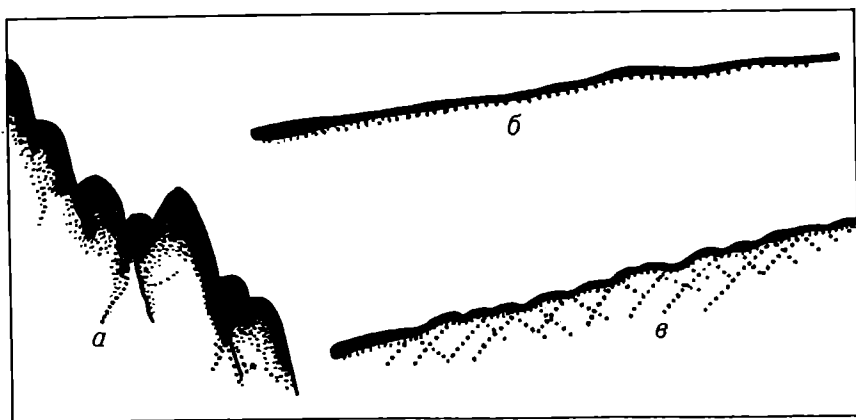
Наиболее распространенные аккумулятивные формы на дне океана — гигантские конусы выноса, расположенные у устьев подводных каньонов.

Их происхождение связано с деятельностью мутьевых потоков, стекающих в глубины по подводным каньонам. Поскольку мутьевые потоки получают питание в мелководной зоне моря, в отложениях, слагающих их конусы выноса, преобладает материал, генетически связанный с береговой зоной и шельфом. Для вертикального разреза толщ, слагающих конусы выноса осадков, характерна слоистость и другие типичные черты турбидитов¹. Существенно, что, поскольку сильные мутьевые потоки выносят материал дальше, чем средние и слабые, на поверхности конусов обычно образуются веерообразные расходящиеся эрозионные борозды, выработанные этими сильными потоками и нередко окаймленные прирусловыми валами до 30—50 м высотой.

Крупнейшая форма этого рода — конус выноса каньона Ганга. Он имеет площадь около 1 млн км², вершина его расположена на глубинах порядка 1 тыс. м, а подножье на глубине около 4 тыс. м. Более мелкие конусы выноса при густой расчлененности материкового склона подводными каньонами, обычно сливаются в единую волнистую наклонную равнину — наиболее типичную форму рельефа материкового подножья. К материалу мутьевых потоков здесь в значительной мере при混шивается материал подводных оползней.

Наклонные равнины материкового подножья занимают огромную пло-

¹ Турбидиты — отложения мутьевых потоков.



Различный характер отражения акустических волн при эхолотировании: а — крупные параболы — крутые склоны с расчлененным рельефом, б — когерентное отражение от неподвижной поверхности осадочного слоя, в — мелкопараболитический рисунок отражения от поверхности движущихся осадков. Эхограммы позволяют установить существование донного течения.

щадь океанского дна — около 25 млн км². Мощность отложившихся здесь осадков особенно велика: по данным американского геолога И. Дрейка, на материковой окраине Северной Америки она достигает 3—3,5 км.

Наиболее тонкий осадочный материал, выносимый мутьевыми потоками, минует во взвешенном или полувзвешенном состоянии конусы выноса и наклонные равнины и медленно осаждаются в океанических котловинах. Днища океанических котловин наряду с днищами глубоководных морских котловин и глубоководных желобов — предельный уровень аккумуляции. При полном захоронении неровностей коренного рельефа дна под осадками здесь образуются плоские абиссальные равнины. Размеры некоторых из них могут достигать сотен тысяч квадратных километров, а общая их площадь, видимо, составляет около 10% от площади ложа океана.

Там же, где ложе океана ограничено по периферии глубоководными желобами и где, следовательно, нет материкового подножья, нет и условий ни для образования конусов выноса или наклонных аккумулятивных

равнин, ни для формирования абиссальных плоских равнин. Именно по этой причине в Тихом океане эти аккумулятивные формы очень редки.

К рассмотренным выше аккумулятивным формам генетически близко стоят так называемые «островные шлейфы». Они были впервые выделены Г. Менардом как реликтовые формы, знаменующие вулканический этап в развитии системы океанических хребтов, пересекающих Тихий океан с северо-запада на юго-восток. По представлениям Г. Менарда, «островные шлейфы» — результат накопления вулканогенного материала у подножий вулканических сооружений. Надо полагать, что такие шлейфы продолжают формироваться и сейчас у подножий архипелагов с действующими в настоящее время вулканами, например Гавайских о-вов, о-вов Зеленого мыса и др.

Теперь рассмотрим гигантские аккумулятивные формы, образование которых связано с продольным донным перемещением осадочного материала. Такое перемещение возможно при достаточно постоянных и сильных донных течениях. Среди них лучше изучено Западное пограничное донное течение, проходящее в южном направлении вдоль атлантического подножья Северной Америки. Непрерывное сейсмоакустическое профилирование показало, что с деятельностью этого течения связано несколько крупнейших аккумулятивных форм, наиболее же значительные из них — так называемые «внешние хребты» Ньюфаундлендский и Блейк-Багама.

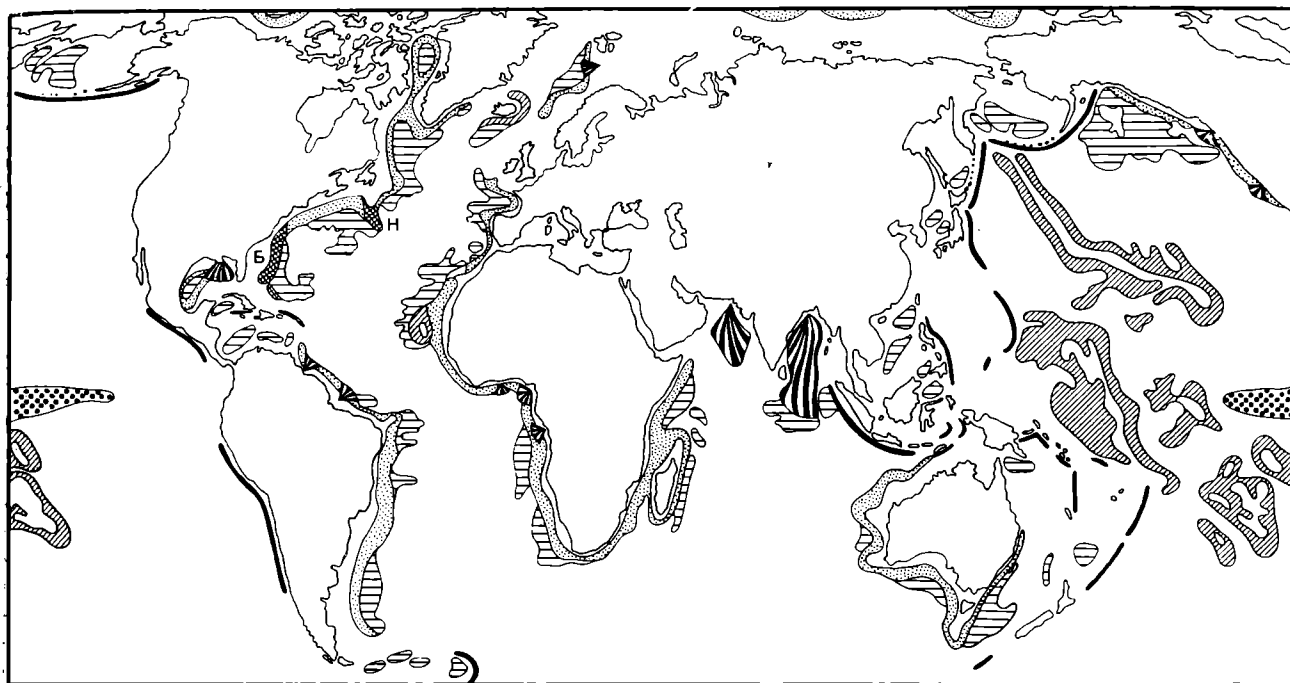
Ньюфаундлендский хребет образовался в результате длительного

накопления осадочного материала, перемещаемого Западным пограничным течением в южном направлении вдоль материкового подножья. Накоплению осадков именно на этом участке первоначально способствовало наличие уступа — горстовой структуры в нижней части материкового подножья, ориентированной таким образом, что это создало классическую ситуацию «заполнения входящего угла». Она хорошо известна по работам советского геоморфолога В. П. Зенковича, изучавшего способы образования аккумулятивных форм в береговой зоне. В дальнейшем этот процесс сменился стадией «огибания выступа» — явления, также впервые для береговых форм описанного В. П. Зенковичем.

Сейчас Ньюфаундлендский хребет представляет собой гигантскую косу, вытянутую с северо-запада на юго-восток примерно на 500 км, шириной до 250 км и имеющую относительную высоту 1—1,5 км. Сейсмоакустическое профилирование показывает, что толща слагающих ее осадков мощностью 1,5 км состоит из косо-слоистых, не подвергшихся складчатости или иным тектоническим дислокациям осадков. Преобладают алевроитовые терригенные отложения, местами переслаивающиеся с мелким песком или с крупноалевроитовым илом. Правильная перекрестная слоистость осадков резко отличает их от турбидитов, слагающих материковое подножье недалеко от этой формы.

Ближайшая к Ньюфаундлендскому хребту глубоководная скважина, пробуренная «Гломаром Челленджером» (на участке с относительно сходными условиями осадконакопления), показывает, что нижние горизонты этой осадочной толщи не моложе палеоценовых. Это позволяет определить, что средняя скорость осадконакопления, или, иными словами, средняя скорость роста хребта в высоту, составляет около 0,02 мм в год. Такая, казалось бы, ничтожная скорость сочетается с огромной длительностью процесса (порядка 60—65 млн лет), что и приводит к столь грандиозному морфологическому результату.

Другая, еще более крупная глубо-



Гигантские аккумулятивные формы абиссальных зон Мирового океана: 1 — наклонные равнины материковых подножий, 2 — гигантские конусы выноса мутьевых потоков, 3 — плоские абиссальные равнины, 4 — плоские абиссальные равнины днищ глубоководных желобов, 5 — аккумулятивные торрентогенные формы, 6 — Восточно-Тихоокеанский экваториальный вал, 7 — шлейфы архипелагов; на карте также обозначены Ньюфаундлендский «хребет» (Н) и «хребет» Блейк-Багама (Б). Широкое распространение аккумулятивных форм глубоководного рельефа показывает огромное рельефообразующее значение донных и поверхностных течений в океане.

ководная аккумулятивная форма, связанная с деятельностью Западного пограничного течения, — внешний хребет Блейк-Багама. Если по аналогии с аккумулятивными образованиями береговой зоны Ньюфаундлендский хребет можно назвать косой, то хребет Блейк-Багама представляет собой гигантскую пересыпь, отделяющую от дна Северо-Американской океанической котловины так называемую Блейк-Багамскую впадину, максимальная глубина которой

5260 м. Она расположена на глубине до 4800 м, но вся ее северная треть лежит на гораздо меньших глубинах — от 4000 до 2000 м. Непрерывное сейсмоакустическое профилирование показывает, что по крайней мере до глубины 1,7—2 км от поверхности океанского дна эта форма рельефа сложена неконсолидированными косослоистыми осадками.

Образование Блейк-Багамской аккумулятивной формы в виде гигантской пересыпи, по нашему мнению, обусловлено отклонением Западного пограничного течения в сторону океана, как бы отжиманием его от подножья плато Блейк к востоку. Наиболее вероятной причиной такого отклонения являются особенности глыбовой структуры плато Блейк, сыгравшего здесь роль гигантского водоотбойного сооружения. При этом по мере все большего увеличения глубины переносящая сила течения ослабевает, что в целом сказывается на общем снижении поверхности Блейк-Багамского хребта в южном направлении и на уменьшении мощности слагающих его осадков.

Мы предлагаем называть этот ранее не известный тип аккумулятивных форм торрентогенным.

Американские геологи К. Эмери и Э. Учупи отмечают, что с Западным пограничным донным течением связано еще две торрентогенные формы — валы Гаттерас и Коккос. Несколько таких же образований имеется и у подножья Гренландии.

*

Итак, аккумулятивные процессы на дне океана способны приводить к геоморфологическим результатам, сопоставимым по своим масштабам с результатами деятельности тектонических процессов. При этом возникновение и развитие макроформ обусловлено активностью действующих факторов, в частности донных течений, и длительностью процесса их формирования, измеряющейся десятками миллионов лет. Дальнейшие исследования, видимо, позволят перейти от структурно-геоморфологического анализа рельефа дна океанов к более сложной и тонкой задаче — к разработке учения о деятельности экзогенных рельефообразующих процессов на больших глубинах.