

В. П. ЗЕНКОВИЧ

ОДИН ИЗ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕТЛЕВИДНЫХ БАРОВ

(Представлено академиком П. П. Ширшовым 16 I 1950)

Петлевидные бары относятся к классу замыкающих аккумулятивных береговых форм. Они образуются при питании наносами с одной стороны и поэтому в плане асимметричны (1). Среди многочисленных аккумулятивных форм бухтового берега Восточной Камчатки мною были исследованы петлевидные бары бухты № 1 и близкая к ним аккумулятивная форма в бухте № 2.

Первая бухта представляет собой погруженный ледниковый трог с параллельными берегами. Глубины ее достигают 30 м. Длина бухты 7—8 км, средняя ширина 1200 м. Оба берега сложены весьма устойчивой породой — гранитом, разбитым густой сетью трещин отдельности. В устьевой части бухты основание береговых обрывов погружено в воду. Затем появляется узкая пляжевая полоса, состоящая из глыб, валунов и щебня пород исключительно местного происхождения. Частично этот материал возникает при абразии, частично осыпается с крутых склонов, достигающих здесь большой высоты.

Пляж расширяется в направлении к вершине бухты, а затем отходит от берега, образуя полосу бара. Последняя изгибается постепенно в направлении к берегу и замыкает пространство отгороженной ею лагуны. Формы одинакового типа развиты симметрично (на одном расстоянии от устья) на обоих берегах бухты, с той лишь разницей, что на левом берегу за первым петлевидным баром на некотором расстоянии следует второй такого же строения, но меньших размеров. Глазомерный план аккумулятивной формы левого берега изображен на рис. 1.

Характерно, что во время штормов или сильной зыби, даже когда волны в открытом море направлены по продольной оси бухты, до ее вершины волны почти не доходят. Они испытывают сильнейшую рефракцию у берегов бухты и, разбиваясь о берег, расходуют всю свою энергию. В районе развития петлевидных баров волны, способные перемещать лежащие здесь крупнообломочные наносы, всегда имеют одно единственное направление: от устья к вершине. Волны обратного направления настолько малы, что не могут даже сдвинуть с места крупную гальку.

Для вопроса о способе образования здесь петлевидных баров важны следующие два обстоятельства. Во-первых, многие смежные бухты перегорожены пересыпями, причем характер наносов (валуны) и состав донных отложений бухт (песок) не позволяют сомневаться в том, что пересыпи образованы за счет продольного волнового перемещения наносов. Следовательно, первично эти пересыпи возникали из двух кос, росших навстречу друг другу. Во-вторых, весьма характерно распределение материала по крупности вдоль контура рассматриваемых петлевидных баров.

Пляжи, расположенные от них в сторону устья, сложены совершенно несортированным и весьма слабо окатанным материалом. Здесь в разных зонах пляжа одновременно присутствуют и глыбы до 1 м диаметром и мелкая щебенка порядка 1 см, а также все промежуточные между ними переходы. Некоторая зональность в распределении материала по крупности начинает ощущаться только вблизи точки отрыва пляжевой полосы от коренного берега. Окатанность в этом направлении также несколько улучшается.

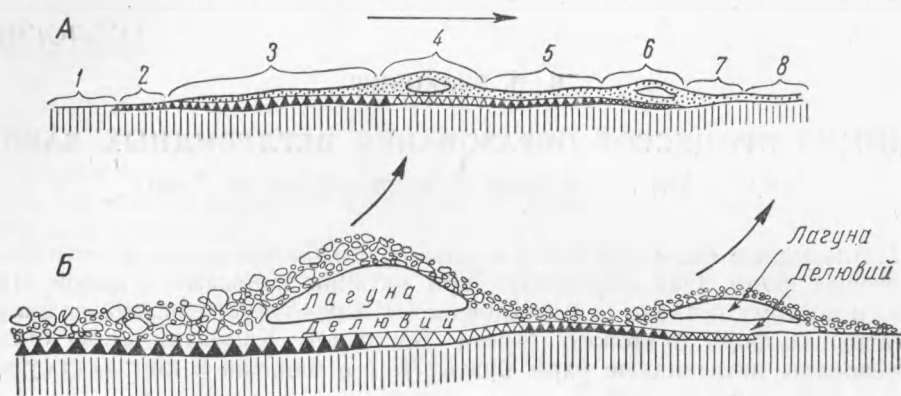


Рис. 1. Аккумулятивная форма в бухте 1. А — Строение участка берега бухты; 1 — склон коренных пород уходит в воду без признаков абразии на расстоянии более 1 км; 2 — абразионный берег без пляжа, протяжение 200 м; 3 — абразионный берег с пляжем, протяжение 600 м; 4 — первый петлеvidный бар длиной около 200 м, клиф здесь отмерший; 5 — абразионный берег с пляжем и активным клифом, протяжение 250 м; 6 — второй петлеvidный бар, длиной более 100 м; 7 — берег с пляжем из окатанного материала, но без клифа; 8 — берег с осушкой из щебня. Стрелка указывает направление к вершине бухты. Б — участки 4—6 схемы А в увеличенном масштабе с показанием крупности материала пляжа. Стрелки указывают направление роста форм во время действия сильных волн

Наиболее резкие изменения обнаруживаются по периметру собственно бара. Здесь на расстоянии около 200 м совершенно исчезают глыбы и крупные валуны; материал, следовательно, становится более мелким и более отсортированным в целом, а кроме того, он обнаруживает и поперечную зональность (береговые валы). У дистального конца первого бара на пляже остается уже почти однородный материал из валунов и гальки диаметром 5—20 см.

Далее на СЗ этот материал слагает всю полосу пляжа между первым и вторым барами, испытывая на этом протяжении еще некоторое измельчение. Затем указанное явление измельчения и улучшения сортировки повторяется еще раз на периметре второго бара таким образом, что на пляже за этой второй формой остается только галька размерами в 10—2 см.

Поскольку указанные изменения крупности материала обнаруживаются на минимальном расстоянии, нельзя отнести их за счет измельчения обломков по пути перемещения. Очевидно, что дело здесь именно в селекции более мелких частиц и в отставании более крупных, по мере движения всей массы пляжевого материала к вершине бухты.

Этот процесс дает ключ и к пониманию самого механизма образования баров. В самом деле, очевидно, что при действии сильных штормовых волн, когда в движении приводятся даже глыбы до 1 м в диаметре, перемещается весь материал пляжа. При этом создается насыщенный поток наносов и по мере потери энергии волн в результате продвижения их к вершине бухты здесь образуется выступ, стремящийся выдвинуться к середине бухты.

Однако волны меньших размеров уже не способны приводить в движение наиболее крупные обломки, скажем, глыбы или крупные валуны. Они как бы отбирают из общей массы обломков мелкие, соответственно своим параметрам. При этом создаются уже не насыщенные потоки, так как мелкого материала на пляже имеется ограниченное количество, а кроме того, крупные, неподвижные при данном волновом режиме валуны и глыбы защищают собой от доступа волн часть мелких обломков, расположенных под ними или за ними.

Поэтому насыщение потока тем меньше, чем меньше параметры волн. Мы знаем, однако, что по мере падения насыщенности потоков наносов изменяется направление роста свободных аккумулятивных форм. Последние стремятся снова приблизиться к коренному берегу.

Описанным образом, повидимому, и создается в данных условиях петлевидный бар. Именно, штормовые волны и крупная зыбь, приводя в движение весь материал пляжа, стремятся построить косу поперек бухты. Но коль скоро размеры волн уменьшаются, в движении остаются только обломки все меньших размеров. Соответствующие потоки, имеющие дефицит нагрузки, направлены уже не поперек бухты, а к ее вершине; по мере же дальнейшего уменьшения волн они уже заворачивают обратно в сторону берега. Таким образом при волнах малых размеров создается и второй петлевидный бар, как об этом свидетельствуют аналогичные изменения в составе материала.

В том, что сила волн здесь действительно резко уменьшается, нас убеждает различие в высоте современного берегового вала. На передней (обращенной к устью бухты) стороне первого бара она превышает 4 м, а на задней стороне второго бара едва достигает 1 м.

Почему здесь образовалась вторая форма, а не одна больших размеров, остается не вполне ясным. Повидимому, когда проходят сильные волны, прибрежная часть их фронта гасится у выступа первого бара, но более удаленная от берега, в силу рефракции, опять приближается к нему и создает у берега местное усиление перемещения наносов. После этого снова происходит падение энергии волны и постройка второго бара.

Изложенный механизм мне представляется единственно возможным для образования петлевидных баров в описанных условиях и обоснован-

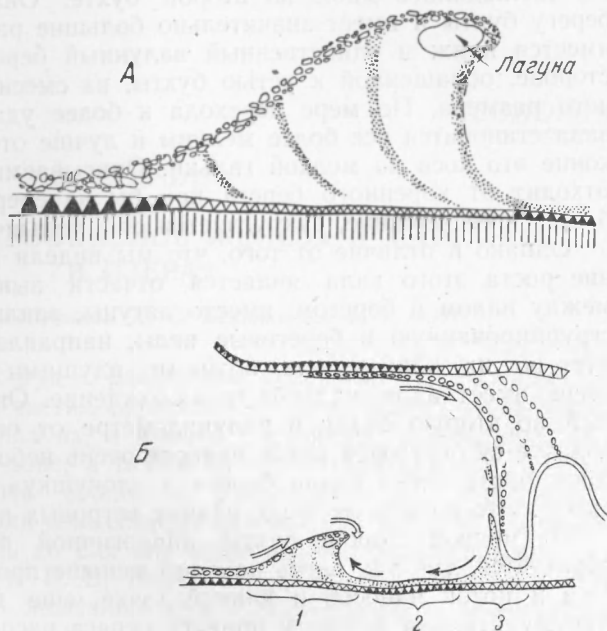


Рис. 2. Аккумулятивная форма в бухте. А — с указанием крупности материала пляжа и направления береговых валов. Б — вершина бухты в целом; 1 — аккумулятивная форма протяжением около 400 м, клиф отмерший; 2 — участок берега с активным клифом, протяжением около 600 м; 3 — область аккумуляции аллювиальных песков. Двойные стрелки — береговое перемещение наносов под действием волн с моря. Одинарные стрелки — перемещение наносов при ветрах и волнах от вершины бухты

ным с теоретической стороны. Конечно, на открытом морском берегу, где мы имеем дело с равнодействующей волнового режима, а не с волнами одного, строго определенного направления, имеют место иные, более сложные процессы.

Как указывалось выше, аналогичная одиночная аккумулятивная форма наблюдалась мною во второй бухте. Она расположена на левом берегу бухты и имеет значительно большие размеры (см. рис. 2). Здесь имеется пляж и единственный валунный береговой вал, состоящий на стороне, обращенной к устью бухты, из смеси обломков самого различного размера. По мере перехода к более удаленным точкам материал вала становится все более мелким и лучше отсортированным. На самом конце это коса из мелкой гальки. Описываемый береговой вал вначале отходит от коренного берега как бы наперерез бухты, но затем отгибается к ее вершине, закругляется еще больше и иссякает.

Однако в отличие от того, что мы видели в первой бухте, направление роста этого вала является отчасти вынужденным. Пространство между валом и берегом, вместо лагуны, заключает в себе массу песка, сгруппированную в береговые валы, направление которых свидетельствует об их образовании волнами, идущими от вершины бухты. Этот песок имеет аллювиальное происхождение. Он вносится рекой, впадающей во вторую бухту в полукилометре от описываемой формы. Здесь образуется береговой поток наносов очень небольшой мощности, который гонит часть песка вдоль берега в «ловушку», образованную валунным баром. Это работа местных мелких ветровых волн.

На правой стороне бухты аналогичной формы против первой не образуется, так как здесь намного меньше протяжение абразионного берега и поток наносов в данной точке еще не достигает насыщения. Аккумулятивная форма у правого берега расположена далее к вершине бухты, перед устьем реки. Здесь вырастает коса в поперечном направлении. Материал ее смешанный: продукты абразии берега (галька и валуны) и аллювий (вулканический песок).

Представляется вероятным, что аналогичные процессы имели место и в начальных стадиях образования пересыпей других бухт. По мере выдвижения кос все дальше от коренного берега, вместо петлевидных баров могли формироваться вторичные отростки (косы), направленные к вершине бухты. Однако в результате погружения берега (2) наиболее древние участки аккумулятивных форм сейчас находятся ниже уровня моря или закрыты плащом аллювия, и наблюдать их поэтому невозможно.

Институт океанологии
Академии наук СССР

Поступило
15 I 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. П. Зенкович, Динамика и морфология морских берегов, ч. 1, Волновые процессы, 1946. ² В. П. Зенкович, Природа, № 7 (1947)