

ДИНАМИКА
современных
береговых
процессов
озера
Иссык-Куль

ФРУНЗЕ
1981



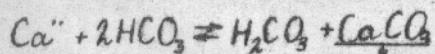
II. Орлова Т.Б. Некоторые данные по волновому режиму озера Иссык-Куль. — В кн.: Физическая география Прииссыккулья. Фрунзе: Илим, 1970.

12. Щадрин И.Ф. Течения береговой зоны бесстриливного моря. М.: Наука, 1972.

Л.Г. Никифоров, В.Н. Коротаев

СВОЕОБРАЗИЕ ПРОЦЕССОВ ЛИТОГЕНЕЗА
В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Воды большинства крупных озер и морей аридной зоны (Каспийское, Аральское, Балхаш) постоянно находятся в состоянии пересыщения карбонатом кальция, из-за чего эти водоемы обладают удивительным свойством выделять в осадок вносимые в озеро карбонаты в виде нерастворимых соединений, в частности в виде кальцита. При смешении пресных речных гидрокарбонатных вод с солоноватой водой озер и морей происходит изменение соотношения ионов, участвующих в карбонатном равновесии, и наблюдается следующий процесс:



Иссык-Куль не представляет исключения в этом отношении, так как его воды содержат 0,114 г/кг кальция, что при существующем в настолщее время содержании углекислоты указывает на резкое пересыщение CaCO_3 . В донных осадках озера происходит процесс накопления карбонатов в трех его классических видах: хемогенный, биогенный и терригенный карбонат, причем первому принадлежит ведущее место. Формы выделения хемогенного карбоната на Иссык-Куле очень своеобразны, уникальны и, естественно, давно привлекали внимание исследователей, подробно описавших состав и распространение карбонатных корок и конкреций CaCO_3 , 3-5, 8-7.

Менее эффектны, но наиболее интересны с точки зрения ледниками береговой зоны так называемые береговые песчаники и конгломераты, широко распространенные на берегах и подводном склоне озера в интервале высот (+10)–(–10) м от современного уровня (рис. I). Представлены они песчанковыми или гальничниковыми плитами, обрамляющими озерный склон берегового залива, или в виде прослоев в теле древних переселей и петлевидных кос. Мощность литифицированного слоя достигает 0,5–1 м, протяженность вдоль берега 1–1,5 км при ширине до 10–15 м. Вокруг этих литификаций – голоценовых. Цемент известковистый, крупно кристаллический; пребладает цемент пор, реже – цемент сопряжения.

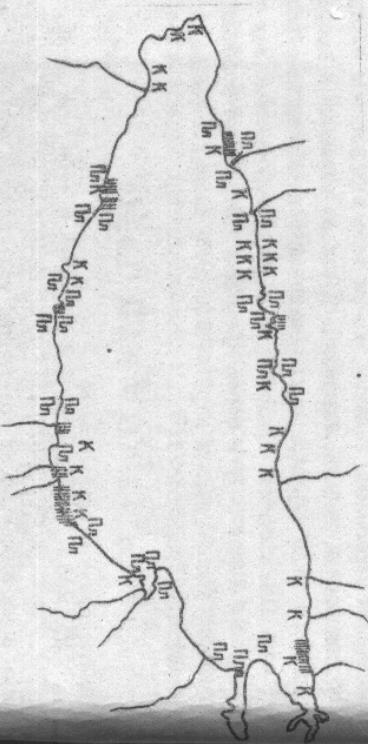


Рис. I. Распространение различных форм накопления карбоната кальция на берегах и дне озера Иссык-Куль: К – конкреции; Пн – береговые песчаники; штриховкой показан участок сплошного обрастания подводного склона и берега карбонатными корками и конкрециями.

56

Предохраняя береговые валы от размывания, плиты довольно четко фиксируют положение береговых линий на побережье и подводном склоне и могут являться хорошим стратиграфическим признаком уровневых стадий голоценового озера. Правда, в настоящее время береговые песчаники испытывают сильное волновое воздействие (особенно в прибрежной зоне), теряют свои линейные размеры, часто на их месте возникают развалы плит. Место положение гряд на дне можно восстановить по резкому укрупнению наносов в пробе и низкому коэффициенту сортировки. Однако процесс этот длительный и достаточно примеров, когда участки берега, обрамленные береговыми песчанками, выступают за общий контур и имеют несколько большие углы на дне.

Современных аналогов такой южной литификации прибрежных наносов на берегах Иссык-Куля нет, за исключением тонких двухтрехсантиметровых корок cementированного песка, появляющихся на пляже в длительный период штиля. Корки очень непрочные, легко кроются рукой и уничтожаются в период отдельного штиля. Характерной особенностью указанных процессов в отличие от геологического понятия окаменения пород, происходящего большей частью в период диагенеза или катагенеза отложений, литификация осадков при определенных условиях протекает с очень большой скоростью: от нескольких часов до нескольких месяцев. Высокая скорость образования корок цементами как в субаквальных, так и в континентальных условиях заставляет особого расмотрения, поскольку способствует быстрой консервации форм рельефа, сохранению их в геологических разрезах, а главное оказывает влияние на ход и динамику рельефообразующих процессов, протекавших на наших глазах.

Нельзя сказать, что подобные процессы являются редкими для берегов Мирового океана, однако в каждом отдельном случае цементация осадков проявляется различно. Следует отметить, что наиболее ярко литификация наносов в настоящее время протекает только в природных зонах с аридным и тропическим климатом, где имеется избыток карбоната кальция и существуют условия для

выпадения его в осадок. В пределах указанных климатических зон отмечается два вида цементации осадков, протекающих с различной скоростью, которые связаны с различием пресных (концентрическая цементация) и солоноватых вод (береговая цементация осадков). Оба вида литификации наносов зависят от гидрологических условий среди и от процессов диагенетических измененияй углекислого кальция.

Необходимым условием для проявления континентальной цементации является существование субстрата, представленного толщами известковых продуктов выветривания. В общих чертах прослеживается к тому, что в периоды выпадения атмосферных осадков в аридных и тропических районах происходит лизогенезия продуктов выветривания практически на месте их образования (на равнинных территориях) или при существовании крутих склонов - онос продуктов выветривания к местным базисам эрозии с последующей цементацией материала на участках его акумуляции. Верхностные корки цементации широко развиты на тропических островах Тихого и Индийского океанов. Так, при разрушении кораллового извеcтика на дорогах г. Мале (Мальдивские острова) мелкую карбонатную пиль разравнивают и подкладывают просной волокна, в результате чего через некоторое время образуется твердое, монолитное покрытие дороги, напоминающее бетонное. Аналогичные образования наблюдались в пределах плоских и широких долин востока на о. Сокотра (Йемен), где цементация материала происходила после редких, но сильных ливней. Здесь же в предгорьях, сложенных карбонатными отложениями мелового возраста, широко развиты временные конусы выноса, приуроченные к устьям сухих русел, лаком спеленитированное CaCO_3 . Основания склонов, сложенные щелочными продуктами выветривания и склоновыми отложениями, снесеными с вышеупомянутых участков, также представляют собой мелкую породу, спеленитированную карбонатом кальция и обраzuющую за счет коротких промежутков времени. Во-второму, лизогенезия пресными водами подтверждается и древние береговые аккумулятивные формы, сложенные коралловым песком с фауной и в на-

шее время находящиеся вне лоскаемости морских волн, в не- скольких сотнях метров от уреза. Таким образом, континенталь- ная цементация осадков способствует консервации как эрозион- ных, так и аккумулятивных форм рельефа.

ность современных прибрежных щадий составляет всего 4% [7]. Несмотря на малую соленость озера (5,6%), они резко пересыпаны ионами кальция (примерно в три раза от нормы), причем максимальное пересыпание отмечается в поверхностных слоях воды. По-видимому, именно гидротермические особенности вод озера обусловливают промежуточный между береговым и континентальным тип цементации пильевых осадков, способствуя выпадению раствора пеликаторного кальцита, хотя истинные причины этого явления полностью не исследованы.

Для всего озера характерна химическая однородность водной массы. Ионно-солевой состав воды по глубине и акватории озера не меняется, за исключением отдельных заливов, где оказывает отсроченное влияние рек. Однако изучение форм древней и современной литификации озерных илов показывает нам сделать вывод, что даже в условиях удивительной однородности химического состава и величин pH (8,65–8,80) во всей толще воды открытой части озера возможность химической осадки CaCO_3 далеко не одинакова. Согласно общим представлениям [7], наиболее благоприятные условия для выпадения известия наблюдаются в "прибрежной зоне, в предверхностной толще, где массы воды лучше прогреты, где имеется стоячее вспарывание и перемешивание раствора, волны.

На Иссык-Кульской осадке кальция в виде конкреций.

На иллистых грунтах никакой формы литификации не отмечалось.

Правда, весьма часты случаи образования карбонатных корок на

неровной поверхности глинистого бенча.

С.И.Кузнецов [6] указывает на недостаток углекислоты и перемешивания раствора, как на необходимые условия для разложения в пересыпанных волнах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ до CaCO_3 . В частности, он пишет о Севане, что "вся лигнитальная толща озера покрыта толстым слоем карбоната кальция особенно легко выпадающего в этих условиях вследствие процессов фотосинтеза высшей водной растительности". Для Иссык-Куля в предложенной им схеме круговорота кальция наименее вероятным будет влияние микробиогенезов и фотосинтеза фитопланктона, поскольку воды его отличаются весьма слабым развитием фитопланктона [10].

На последней роли в процессе формирования береговых песчаников играют колебания уровня озера. Многократная смена знака колебания уровня приходила к периодическому пропитыванию прибрежных отложений солоноватыми водами озера и к последующей литификации их. Обращает на себя внимание существование древних горизонтов аккумулятивных образований, представляющих собой крупные береговые валы, фиксирующие различные стадии положения уровня озера как выше, так и ниже современного уреза, и сложенные цементированными отложениями. Следует отметить, что, как правило, от описываемых форм голоценового рельефа сохранились

ната кальция. Видимо, по мере выхода более пресных и холодных речных вод из заливов в открытую часть и смешения их с более теплыми озерными водами происходит усиленная отдача в атмосферу CO_2 , что приводит к сдвигу равновесия между CO_2 и HCO_3^- в сторону образования труднорастворимого осадка CaCO_3 . Но, что удивительно, выпадение карбоната кальция в осадок имеет избирательный характер и при всех прочих равных условиях предпочтение отдается местам развитии валуно-галечных грунтов. Именно здесь наблюдаются наиболее мощные современные и древние литификации и накопления известия в виде конкреций.

На иллистых грунтах никакой формы литификации не отмечалось. Правда, весьма часты случаи образования карбонатных корок на неровной поверхности глинистого бенча.

только cementированные склоны, обращенные в сторону озера, а береговые склоны валов уничтожены денудацией. Эта особенность морфологии характерна как для надводных, так и для подводных реликтов древних береговых валов.

Исходя из анализа современных и древних аккумулятивных форм рельефа, создается впечатление, что в голоцене существовала иная гидрометеорологическая обстановка. Иными словами, при более высоком и более низком уровне озера ярче проявлялись аккумулятивные процессы в береговой зоне. Этот вопрос в настоящее время приобрел наименование значение в связи с осуществлением проектом стабилизации уровня озера, результатом которого должно быть сохранение существующих пляжей. Однако видимое затухание современной аккумулятивной деятельности на берегах озера обманчиво. Если мы рассмотрим типы берегов в голоцене или позднем плейстоцене, то увидим, что в древности преобладал абразионный тип берега по всему периметру озера, а в настороже время размеру подвергается всего 10% общего протяженности берегов. Естественно, что в результате интенсивной абразии возникало громадное количество рыхлого материала, который шел на построение мелких аккумулятивных форм. Таким образом, в древности на берегу существовали абразионно-аккумулятивные системы, а протяженные абразионные участки разделялись локальными, но мощными аккумулятивными формами. Повсеместное развитие абразии в голоцене и плейстоцене было связано в первую очередь с резким увеличением уклонов суши выше современного уровня.

В немалой степени размыв берегов и увеличению размеров древних аккумулятивных форм способствовал процесс cementации осадков. По-видимому, литификация береговых наносов происходила двумя вышеописанными способами, кроме образования бугров. В периоды трансгрессии воды озера опреснялись, но за это увеличивалась карбонатность пляжных осадков, которая, по данным З.В. Алешиной и др. [1], в некоторых случаях дости-

галась 70%. Таким образом, при взаимодействии карбонатных осадков и опресненных вод озера в зоне пляжа проходила cementация материала по континентальному типу. В периоды понижения уровня и увеличения карбонатности вод озера также осуществлялась литификация пляжевых отложений, протекающая по "иссы-кульской типу" cementации. И в одном, и в другом случае значительные массы наносов изымались из баланса, что визуально при высоких уровнях озера активизацию абразии, надстройку аккумулятивных форм и увеличение их мощности.

При низких уровнях озера и тенденции его к снижению, как это имеет место на протяжении последних 100 лет, количество наносов в береговой зоне резко сокращается, так как основным источником рыхлого материала становится дно озера. Мелкие уклины подводного склона до глубин по крайней мере 20 м в этом случае не позволяют развиваться мощным аккумулятивным формам. Последние быстро выходят из зоны волнового воздействия, поскольку при регрессии в пределах субгоризонтальной поверхности берегового склона опускание уровня на 1 м влечет за собой осушение значительных площадей дна, как это происходило, например, в Рыбачинском заливе и на мелководьях Сухого Кребта и Кара-Булака. В связи с этим, cementация не залекла за собой столь значительных изменений в динамике берега, как при трансгрессии озера. Более эффективное воздействие на современные процессы аккумуляции и возникновение положительных форм в береговой зоне оказывают подводные и надводные гряды из литифицированных древних береговых валов, подкладые под углом к берегу (или находящиеся на некотором удалении от него) и расположенные попечер вдоль берегового потока наносов. Надводные гряды могут выполнять роль волногасителя и служить причиной появления за ними сначала вытянутой к берегу мели, а затем и первыми, соединяющей склонистые острова между собой и берегом (бухта Бостери, мыс Кара-Булык, Караский, Чокчал и др.).

ким естественными перегибами склона (с глубиной менее десятой высоты волны), забуруниваются, теряют часть энергии, создавая условия для возникновения озальной или выпнутой берегу отмели. Впоследствии на отмели формируется остров, бывший повторяющий форму отмели, либо по облику напоминающий изогнутый береговой бар. Острова и бары в процессе выработки профиля подводного склона при снижении уровня сдвигаются к берегу, причленяясь к нему. На Карадулунской отмели имеется стимулатором появления кольцевых баров служат выходы водных песчаных плит, созданных местной перегородкой равнине с уклонами 0,0015-0,0023. На участках для нескольких больших уклонами (0,0045-0,0094) вместо баров возникают перпендикулярные к берегу мысы, а также повторение их формы острова.

В том случае, когда литифицированные гряды подходят под углом к берегу и перегораживают поток береговых наносов, аккумуляция происходит за счет заполнения входящего угла. Этот процесс очень характерен для южного берега озера. В качестве примера приведем довольно интересный случай образования так называемой косы Тосор, которая расположена восточнее с. Тосор и отчленяет от озера удобную для стоянки судов бухту Ак-Калык с глубинами 12-20 м. Изучение карт и аэроснимков, а также работы местных рыбаков показали, что до 1930 г. на месте Тосорской косы существовал скалистый островок, сложенный пильчатым песчаником - остров Кайрак. В волновой тени острова под его зонными обрывами формировался аккумулятивный выступ, который по мере снижения уровня и последовательного заполнения "менов" между грядами соединился с островом песчаной перегородкой, отчленившей обширную лагуну и приддавшей Тосорской косе (рис.2).

В настоящее время литифицированные древние береговые линии подвергаются интенсивному разрушению волнами, частично поддаются под напосыпь пляжа, но продолжают влиять на движение озерных наносов.

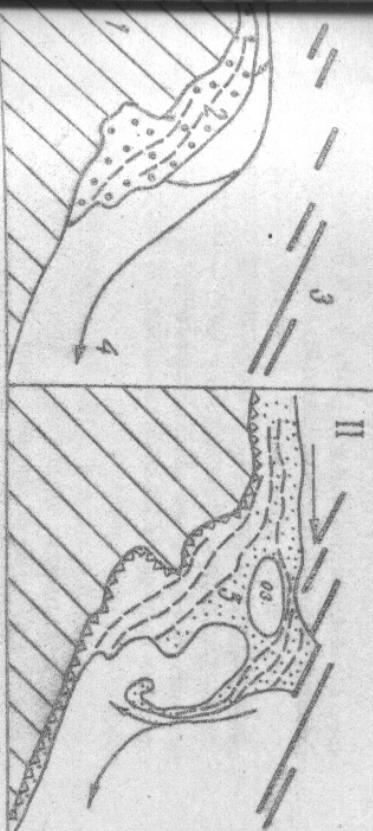
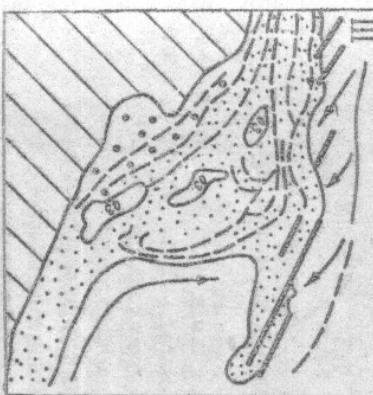


Рис.2. Стадии формирования Тосорской аккумулятивной фор-

мации: I - аккумулятивный выступ, II - перегородка, III - современный облик формы. Условные обозначения: 1 - аллювиально-проточная зона, верхнечертевальная равнина; 2 - голоценовая нижняя терраса под отщерими абразионных обрывов; 3 - гряды литифицированных песчаников; 4 - направление перемещения озерных наносов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешина З.В. и др. Разрез новейших отложений Иссык-Кульской впадины. М.: Изд-во МГУ, 1971.
2. Гаврилов Г.В. К вопросу о состоянии малакофауны в озере Иссык-Куль: Ихтиологический сборник. - Тр. Ин-та зool. и параз. АН Киргиз. ССР. Фрунзе, 1956.
2. Калярбек В.К. Новые данные об ионно-солевом составе воды озера Иссык-Куль. - Докл. АН СССР. 1963, т.150, № 2.
3. Коротаев В.Н. Формы литигиации озерных насосов и их влияние на динамику берега. - В кн.: Береговая зона озера Иссык-Куль. Фрунзе: Илим, 1967.
4. Коротаев В.Н. Береговые литигиации и карбонатные образования Иссык-Куля. - В кн.: Вопросы озерного морфогенеза: Зап. Зад. ГО СССР. Чига, 1969, вып. XXXI.
5. Коротаев В.Н. Формы литигиации озерных отложений, связанные с выделением карбоната кальция. - В кн.: Озеро Иссык-Куль: очерки по физической географии. Фрунзе: Илим, 1979.
6. Кузнецова С.И. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах. - В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М.: Наука, 1967.
7. Раареа новейших отложений Иссык-Кульской впадины/Под ред. акад. К.К. Маркова: Изд-во МГУ, 1971.
8. Сапожников Л.Г., Шетков А.И. Выделения водного карбоната на дне озера Иссык-Куль. - Докл. АН СССР. 1959, т.124, № 2.
9. Сапожников Л.Г., Виселькина М.А. Современные осадки озера Иссык-Куль и его заливов. М.: Изд. АН СССР, 1960.
10. Степаненко Л.П. Некоторые данные о распространенности озера Иссык-Куль. - Тр. Киргиз. гос. пед. ин-та, Фрунзе, 1947, т.Д, вып. I.

. Стражнов Н.М. Основы теории литогенеза. М.:

СССР, 1962, т.3.

2. Александров Т. Mediterranean beach rock

formation: marine precipitation of Mg-calcite. "The Mediterranean", 1972.

3. Касье С.А. Shoreline features and quaternary shore-line changes in Puerto Rico. "Geol. surv. prof. paper", 1959.

14. Sieger W.G. Relict and recent beach rock from southern Africa. "Geol. Soc. Amer. Bull.", 1974.

15. Luisse R.P. Origin of beach rock. "Zeitschrift für Geomorphologie", 6, 1972.

Р.Д. Забироев, В.Н. Коротаев, А.Л. Ботомолов

ДИНАМИКА ИССЫК-КУЛЬСКИХ ДЕЛЬТ

Долины рек Иссык-Кульского бассейна прошли сложный и длительный путь развития и их история неотделима от истории колебаний уровня озера. В долинах наиболее крупных рек про- следвуют четвере аллювиальные террасы и соответствующие им конусы выноса на предгорной равнине. Время образования этих аккумулятивных уровней приблизительно можно установить по корреляции с ледниками отложениями: 4-я терраса - покровное оледенение, 3-я - долинное оледенение, 2 и 1-я террасы - послеледниковые, т.е. время заложения основных долин совпадает со временем оформления Иссык-Кульской котловины как геоморфологической единицы - впадины озером в наиболее её пониженной части $\angle 2,67$.

Наиболее яркими вехами в истории озера, оставившими след в рельфе котловины и морфологии долин, следует считать максимальную трансгрессию озера в среднем плейстоцене до высот + (60-80) м, регressive озера на границе верхнего плейсто-