

Выводы

На основании проведенных исследований по изучению влияния расолов на миграционную подвижность солей в почвах выявлено:

1. Изотермический перенос солей природных минерализованных вод в дерново-подзолистой почве протекает более интенсивно, чем в торфяно-болотной. Миграционный перенос солей по профилю почвы находится в обратной зависимости от емкости ее поглощающего комплекса.

2. Воздействие расолов на перераспределение солей в почве имеет место при дозе 50 кг/га для дерново-подзолистой и 250 кг/га — для торфяной. При превышении дозы расолов в почве интенсифицируется перенос солей как с инфильтрационным потоком, так и с потоком влаги в зону испарения, что обусловлено изменением массообменных характеристик почвы, ее структуры, соотношения между категориями влаги в материале.

3. Обработка почвы высокими дозами расолов интенсифицирует перенос солей в зону испарения влаги (к поверхности).

1. Абрамец А. М., Лиштван И. И., Чураев Н. В. Массоперенос в природных дисперсных системах. Мн., 1992. С. 148, 152.

2. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. М., 1985. С. 303.

3. Розов С. В., Мошай Ю. Г. // Мелиорация и химизация земледелия Молдавии: Тез. докл. республ. конф., 11—12 июля 1988 г. Кишинев, 1988. С. 150.

4. Хамраев С. С., Артыкбаева Х., Азимбаев С. А., Ахмедов К. С. Накопление и вымывание солей из оструктуренных почв. Ташкент, 1984. С. 126.

УДК 551.435. 4 (481)

О. Ф. ЯКУШКО, ТАЙБАО ЯН

ОЗЕРНЫЙ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ — ПОКАЗАТЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ВОДОЕМОВ ЦИНХАЙ-ТИБЕТСКОГО НАГОРЬЯ

It has been subdivided evolution of the Lakes of Qinghai-Tibetan plateau into 3 periods based on analysis of tectonical movement, development of Indian monsoon and sedimentation of the Lakes. Lacustrine environment of cooresponding three periods is distinguished in this paper.

Цинхай-Тибетское нагорье представляет собой колоссальное в масштабах планеты поднятие земной коры с абсолютными высотами 4500—6000 м. Нагорье и многие характерные для него явления природы поражают грандиозностью и уникальностью, в частности интенсивность тектонических движений, достигших в антропогене 1 м в столетие [1]. Именно эффект поднятия явился основной причиной формирования неповторимого природного комплекса высокогорной пустыни. Своеобразным экологическим парадоксом являются многочисленные крупные озера, изучение которых позволяет понять развитие природы региона.

Количество озер в пределах Цинхай-Тибетского нагорья точно не установлено, ориентировочно оно превышает несколько тысяч. Наиболее значительные из них расположены на границе Чангтана и Гандисышаня (Поозерье Тибета) на высотах 4500—4700 м, что соответствует высоте поверхности третичного пенеплена. Наиболее крупные озера занимают тектонические понижения и относятся к числу реликтовых: Намцо (2207 км²), Селлинг (1673 км²), Данграюм (1162 км²) и др. Многие из них непроточны и отличаются высокой соленостью. Эволюция озерных водоемов изучена на основании исследования озерных отложений следующими методами: геоморфологическим, стратиграфическим, палеомагнитным, радиоуглеродным и методом изотопного кислорода. Приведенные далее результаты и сведения из литературы [2—5] позволили выделить три основных озерных этапа, отвечающих тектоническим и климатическим событиям с конца неогена до голоцена (рис. 1).

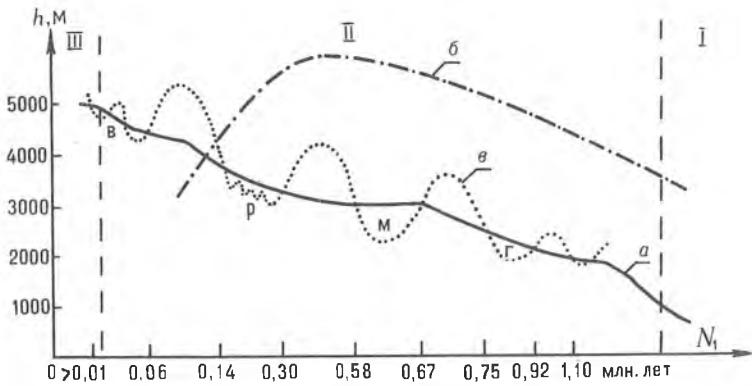


Рис. 1. Эволюция озерных этапов и поднятие Цинхай-Тибетского нагорья:

а — высота нагорья, *б* — муссонная циркуляция, *в* — эволюция оледенений; I — домуссонный озерный этап, II — муссонный озерный этап, III — современный озерный этап; г — гюанцкое оледенение, М — миндальское оледенение, р — рисское оледенение, в — юрмское оледенение

Первый озерный этап включает верхний неоген (плиоцен). На месте современного нагорья располагалась волнистая равнина с теплым переменным влажным климатом типа саванн. Понижения поверхности были заняты крупными озерами, занимающими до 50% территории [6]. В условиях хорошей проточности формировались пресные озера, в которых накопились мощные (более 100 м) толщи песчано-глинистых и илистых осадков [7]. В нижне-олигоценовых слоях присутствуют споры и пыльца *Llexpollenites*, *Rhamnacidites*, *Englhardtioipoll*, *Liquidambarpollenites* [8]; из остатков фауны — *Hipparion thibetense*, *Samotherium* sp., *Brachyrhizomys hehoensis*, а также малокофауна пресноводных моллюсков [9]. Сухой климат саванн, слабая проточность многих водоемов, поступление высокоминерализованных вод по линиям разломов способствовали осолонению озер, накоплению разнообразных солей (гипса, мирабилита, поваренной соли). О процессе осолонения свидетельствуют остатки типичной малокофауны: *Cyprideis* и *Limnocythere* [10].

Аридизация климата связана с пенепленизированной поверхностью равнины, которая не способствовала поднятию, охлаждению и конденсации муссонных масс с Индийского океана.

Коренные изменения лимногенеза связаны с интенсивным тектоническим поднятием всего Гималайско-Альпийского геосиклиналиного пояса в начале антропогена. В первой половине плейстоцена ($Q_1 - Q_2$) высота молодых Гималаев достигла 2000—3000 м [11], т. е. высоты конденсации водяных паров, приносимых влажными муссонами, которые, переваливая через невысокие горные хребты, приносили в Центральную часть нагорья обильные осадки.

Одновременно с поднятием и резким похолоданием начался второй (муссонный) озерный этап, оптимум которого примерно приходился на период 648—300 тыс. лет (с начала эпохи миндальского оледенения до начала рисского оледенения). Многочисленные холодные пресные озера располагались чаще всего в тех же понижениях рельефа, но занимали лишь часть площади древних озер. Многочисленные скважины свидетельствуют о преобладании терригенного типа осадков, частой смене грубообломочного материала с глинистыми и илистыми прослойками. Такой тип стратиграфии свидетельствует о резких колебаниях климата, характера питания, геоморфологических процессов в ледниковые и межледниковые (межстадиальные, осцилляторные) этапы. Мощность типичных гумидных озерных осадков превышает 100 м. Лимногляциальные отложения в разрезах представлены грубым песчано-галечниковым и валунным материалом. Преобладающий перегляциальный тип осадков, выраженный крупнозернистыми песками и галечником, свидетельствует об отсутствии в Центральном Тибете покровного оледенения. В разреженном растительном покрове преобладали травянистые ассоциации: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra*.

Последний этап эволюции озер Цинхай-Тибетского нагорья, в частности Чангтана, совпадает с концом последнего оледенения, позднеледниковьем и голоценом (около 30 тыс. лет). Климат этого этапа резко изменился: стал более сухим в связи с полной изоляцией влажных муссонных масс высокими хребтами Гималаев, достигшими 6000 м, и

установлением высотного Тибетского антициклона. Иссущение климата сказалось на состоянии и рисунке гидросети: быстро сокращались площади оледенения, уменьшалось ледниковое и атмосферное питание рек и озер; больше появилось бессточных водоемов, пересыхающих рек.

События позднего плейстоцена выразились в новом этапе озерного соленакопления. На рис. 2 переход от гумидного к аридного типу седиментации подтверждается стратиграфией, химическим составом отложений, данными радиоуглеродных датировок. Накопление солей началось около 30 тыс. лет тому назад в северной части Чангтана и продолжается с перерывами до настоящего времени.

Мощность соляного слоя достигает 30 и более метров. Химический состав весьма разнообразен. В зависимости от характера питания и конкретных климатических условий преобладает глауберова соль, галит с высоким содержанием калия, сода, поваренная соль, гипс.

Приходная часть солевого баланса в бессточных озерах складывается за счет солей, поступающих с водосбора, расходная — за счет испарения. В таких условиях минерализация воды достигает состояния рассолов, а содержащиеся в них соли выпадают в осадок только в определенных условиях. По составу солей разные озера делятся на карбонатные, сульфатные, хлоридные. При изменении температуры и увлажнения они способны переходить из одного типа в другой. При усыхании и повышении солености карбонатные озера переходят в сульфатные, а затем в хлоридные.

В озерах Центрального Тибета кристаллизация и выпадение солей в осадок происходит при солености 250—300 г/л. Обычно первым кристаллизуется гипс. Для его выпадения необходимо, чтобы испарилось около 40 % объемов озера. Поваренная соль и галит выпадают в осадок последними, когда остается всего 10 % объема воды. Вот почему озера Центрального Тибета обычно окружены широкой зоной солей, а зимой они превращаются в мокрые соли «цвака». Существует также сезонная закономерность соленакопления. «Летние» соли чаще всего представлены содой, гипсом, а «зимние» — поваренной солью, мирабилитом.

Скопления солей в самосадочных озерах Тибета являются источниками добычи разнообразных хемогенных полезных ископаемых. Известностью пользуется хлоридно-сульфатное озеро Юньчэн, в котором уже около 4 тыс. лет добывается поваренная соль [12].

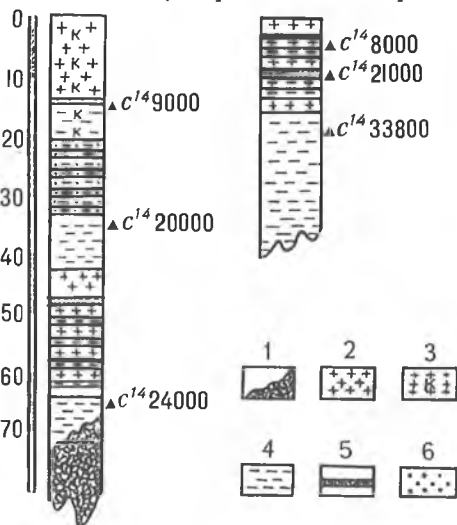


Рис. 2. Разрезы отложений соляных озер во впадине Цайдама (по данным Чэнь Кэцзао):

1 — ил и глина, 2 — галит, 3 — галит с содержанием калия (К), 4 — ил, 5 — глина, 6 — пески

1. Тайбао Ян // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. №. 3. С. 52.
2. Чэнь Кэцзао // Географический журнал Китая. 1981. V. 36. №. 3. С. 54 (на кит. яз.).
3. Якушко О. Ф. // Озероведение. Мн., 1981.
4. Севастьянов Д. В. и др. // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Сер. 7. Вып. 1. (№. 1). 1992. С. 41.
5. Тайбао Ян // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. №. 2. С. 48.
6. Мурзаев Э. М. // Зарубежная Азия. М., 1956. С. 282.
7. Чэнь Чжимин // Окенография и лимнология. 1981. Vol. 12. №. 5. С. 66 (на кит. яз.).
8. Чжоу Куйшу и др. // Четвертичная геология. 1976. №. 2. С. 1 (на кит. яз.).
9. Шюй Жэнь и др. // Вестн. фитогеог. о-ва Китая. 1973. №. 15. С. 103 (на кит. яз.).
10. Сюнь Шунь и др. // Вестн. Ланьчжоус. ун-та. 1984. №. 27. С. 55 (на кит. яз.).
11. Ли Цзюнь и др. // ДАН Китая. 1979. №. 6. С. 608 (на кит. яз.).
12. Юсов Б. В. Тибет. М., 1958.