

Таким образом, метод генетических рядов, используемый для выявления аналогий, является объективно значимым методом в теории и практике геохимии ландшафта и геохимической экологии, позволяющим использовать его для оценки ландшафтно-геохимической ситуации и ее прогноза в современных условиях.

1. Дроздов К. А. Элементарные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж, 1991.
2. Городков Б. Н. // Дневник московского съезда ботаников, январь 1926 г. М., 1936. С. 72.
3. Алехин В. В. География растений. М., 1938.
4. Сукачев В. А. Избр. тр. Л., 1972. Т. 1.
5. Соचाва В. Б. Введение в учение о геосистеме. Новосибирск, 1978.
6. Снытко В. А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. Новосибирск, 1978.
7. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты, М., 1973.
8. Мильков Ф. Н. // Вопр. географии. М., 1977. Т. 106. С. 11.
9. Абдулкасимов А. А. // Там же. 1984. Вып. 124. С. 64.
10. Чертко Н. К. Геохимия агроландшафтов Белоруссии и их оптимизация: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1991. С. 40.

УДК 551.435.4(481)

ТАЙБАО ЯН (КНР)

### ЭФФЕКТ ПОДНЯТИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТИБЕТСКОГО НАГОРЬЯ

Based on field investigations and summarising references, this paper has discussed effect of uplift of Tibet on development of physical environment. It is estimated problem of history of tectonic uplift, main events of environmental evolution and climatic changes in the period of Neogene and Pleistocene.

Настоящий палеогеографический обзор составлен на основании полевых исследований автора в составе экспедиций университета г. Ланджоу в 1986—1988 гг., литературных и картографических материалов и содержит современные представления об эволюции природного комплекса одного из наименее изученных регионов планеты.

Формирование высочайших горных систем в Средиземной и Тихоокеанской подвижных зонах в неогене и плейстоцене активизировало тектонические движения в пределах эпиплатформ Центрально-Азиатского пояса. В течение короткого геологического времени — неоген — антропоген — произошли грандиозные геологические события, охватившие всю планету, вызвавшие значительное увеличение площади материков и их активное поднятие на несколько километров. В центре этих событий оказались эпиплатформенные участки суши Центральной Азии, в том числе будущее нагорье Тибета. Процесс поднятия крупных геотектур вызвал ряд коренных изменений в климатическом облике всей планеты. Эти изменения проявились в нарушении ранее сформированной циркуляции атмосферы над Азиатским материком в направлении усиления континентальности, в общем процессе похолодания и ксерофизации («остепнения» Центральной Азии). В связи с этим в литературе неоднократно высказывалось мнение, что образование покровного оледенения в высоких широтах, в том числе Альпийско-Гималайского горного пояса, явилось результатом последнего орогенного этапа.

Величайшее в мире нагорье — Тибет — имеет массивное срединное поднятие, высота которого 4000—4500 м, площадь около 2 млн км<sup>2</sup>. Оно четко ограничено горными цепями Кунь-Луны на севере, Карокорума на западе, Сине-Тибетскими горами на востоке, Гималаями на юге. Существует ряд доказательств [1—4], что еще в конце палеогена (олигоцен), начале неогена (миоцен) территория Тибета представляла собой равнину, расположенную на низком гипсометрическом уровне в стабильных тектонических условиях. Длительный процесс пенеplanation палеозойских горных структур выразился в накоплении мощной толщи главным образом континентальных осадков — флювиальных, озерных, пролю-

виальных, способствовавших выравниванию поверхности. Мощные отложения этого времени свидетельствуют о теплом, относительно влажном субтропическом климате саванного типа, в котором формировалась сиалитно-ферролитовая кора выветривания. Выравненные поверхности пенеплена изобиловали крупными пресными озерными водоемами, в отложениях которых преобладали минеральные осадки, свидетельствующие об их олиготрофном режиме.

Изучение остатков флоры и фауны в разрезах озерных отложений позволяет реконструировать характер климата, растительного покрова и животного мира. В спорово-пыльцевых спектрах глинисто-илистых нижних олигоценых слоев присутствуют споры и пыльца: *Plexpollenites*, *Pletycaryollentes dongyingensis*, *Rhamnacidites*, *Cupuliferoipollgnites*, *Trochodendron*, *Palmaepoll*, *Englhardtioipoll*, *Liquidambarpollenites* (около 25 млн лет назад). Изменения климатической обстановки в конце олигодена выразились в широком распространении пыльцы *Trochodendron*, *Pterocaryapollenites*, *Liquidambarpoll*, *Rhamnacidites* и др.

Среди остатков фауны, сохранившихся в олигоценых озерных отложениях, отмечаются: *Brachyrhizomys hehoensis*, *Crocota gigantea* var. *thibetense*, *Hipparion thibetense*, *Samotherium* sp., *gazella* sp., *Metailurus* sp., *Chilotherium tunggulaensis*, *Metacerulus capreolinus* и др. Состав ископаемых остатков молокофауны представлен 40 видами пресноводных моллюсков, в том числе: *Hyssurpis*, *cyprinotus*, *candoniella*, *candona*.

По мнению Э. М. Мурзаева [5], пресные озера покрывали до 50 % площади. В это же время в отложениях соленых озер обнаружены раковины *Cyprideis* и *Limnocythere*.

В среднем и верхнем неогене поднятие Тибета составило 1000 м и вызвало общую тенденцию похолодания и ксерофизацию климата, сокращение влияния Индийского муссона в связи с орогенезом Гималаев. Козловой [6] сделана попытка реконструировать ландшафты Тибета в середине неогена на основании ископаемых остатков орнитофауны. На невысоком гипсометрическом уровне слегка волнистой равнины значительные площади занимали пресные озера, основой питания которых были впадающие реки, ручьи и атмосферные муссонные осадки. Уровень озер был на 100—150 м выше уровня этих водоемов в настоящее время. В таких условиях широкое распространение получили кустарниковые флористические формации и ксерофитные высокотравные степи. В спорово-пыльцевых диаграммах из глинисто-илистых озерных отложений этого времени обнаружена пыльца теплолюбивых растений с примесью видов умеренных широт. Среди последних отмечаются древесные виды азалии, кедр, дуб, древовидный можжевельник, рододендрон и травянистые (полынь, ковыль, мятлик и др.).

Коренные изменения природных условий Тибетского нагорья, по мнению разных авторов [7—9], связаны с интенсивным поднятием в антропогене. В нижнем и среднем антропогене ( $Q_1$  и  $Q_2$ ) оно составило 1000 м; в верхнем антропогене — до 1500 м. В позднеледниковье и голоцене интенсивность поднятия достигала 1500—2000 м, что составляет более 1,0 м в столетие. Современные движения, установленные инструментально, достигают 10—12 мм/год. Вертикальные движения сопровождались разрывными нарушениями, образованием блоковых грабенов и горстовых столовых хребтов, возвышающихся над основной поверхностью пенеплена на 1000—1500 м. Вместе с тем основная часть нагорья при поднятии сохранила общую монументальную структуру срединного пенеплена, окруженного молодыми и возрожденными горными системами, изолировавшими внутренний массив от влияния влажных океанических воздушных масс.

Эволюция Тибета в антропогене носила пульсирующий характер, сопровождалась этапами оледенений и межледниковыми потеплениями, но в целом природные условия принципиально изменились под влиянием импульса поднятия. Наиболее ярко эти процессы выражены в западном и внутреннем (Центральном) Тибете.

Климатические изменения связаны, в первую очередь, с понижением температуры примерно на 20—25°, что соответствует переходу от субтропического муссонного климата со средней июльской температурой около 25° к климату высокогорной пустыни с отрицательными показа-

телями суточных температур во все времена года. Высокогорные холодные условия усугубляются крайне низкими величинами осадков, не превышающими 100—150 мм в год. Процесс превращения Центрального Тибета в бессточную высокогорную пустыню усиливался на протяжении всего плейстоцена. В раннем плейстоцене еще сохранялся относительно влажный климат благодаря проникновению индийского муссона. В гидрографической сети этого периода большую роль продолжают играть озера, в которых накапливается песчано-гравийный (галечниковый) и песчаный материал, свидетельствующий о холодных субарктических климатических условиях (озеро Куку-Нор). Слои илистых осадков, разделяющих кластогенные отложения, относятся к периодам потепления (межледниковьям на северных равнинах) и содержат набор пыльцевых спектров, характерных для северной тайги и тундростепи.

Мощные песчано-галечниковые озерные отложения свидетельствуют о перегляциальных условиях с постоянно мерзлыми грунтами в эпохи оледенений. Центральный Тибет, по-видимому, не имел ледникового покрова, небольшие ледники располагались лишь на вершинах внутренних хребтов на 200—300 метров ниже современной снеговой линии.

В верхнем плейстоцене около 30000 лет тому назад климат изменялся, становился еще более сухим в связи с полной изоляцией влажных океанических масс и установлением высотного Тибетского антициклона. Холодный сухой высокогорный климат, резкие суточные колебания температуры способствовали усилению физического выветривания, образованию обширных россыпей и курумов обломочного материала, сглаживанию рельефа внутри нагорья, которое получило местное название Чангтан — Большая равнина. Резко уменьшились площади озер и их глубины. Береговые линии и террасы оказались на высоте 100 и более метров над уровнем зеркала. Значительная часть озер превратилась в бессточные соленые озера с типичным соленакоплением (галит KCl). Пресными и солоноватыми оказались лишь наиболее крупные водоемы и небольшие озера, питающиеся ледниковыми водами. Площадь ледников заметно сократилась, приобрела сетчатый характер, а снеговая линия в горных системах поднялась до отметки 6400 (полюс высоты снеговой линии на Земле).

Соленые озера внутреннего Тибета являются одним из его феноменов. Мощность солей с небольшими перерывами достигает 60 м.

В растительном покрове верхнего плейстоцена и голоцена основу составляют представители пустынно-высокогорной растительности: кустарники белолозника (*Eurotia ceratoides*), горькуша (*Saussuria subulata*), полынь (*Artemisia*), типчак (*Ugeiceria*), ковыль (*Stipa pennata*); тундровые подушкообразные и стелющиеся; гигантская песчанка (*Arenaria holosteoides*, *Oxitropis*) и др. Древесная пыльца в спорово-пыльцевых диаграммах встречается редко, ограничена елью, сосной и березой и, по-видимому, принесена из окружающих высокогорий. Многочисленны представители эндемичных растений, преобразованных и приспособленных в ходе поднятия. К ним относятся виды азалии, кустарниковый рододендрон, растущие на высоте до 3500 м. Аномальные черты природы внутреннего Тибета, обязанные геологическим событиям антропогена, выражаются также в возникновении эндемичной фауны, приспособленной к условиям высокогорной пустыни, изолированной от соседних фаунистических областей (10). Наиболее известными представителями являются: як (*Poephagus grunniens*), антилопа оронго (*Antilopinae*), кианг (*Eguus hemiohus kiang*); в озерах на высоте более 4,0 тыс. м распространены эндемики ихтиофауны: *Schizopydopsis*, *Gymnocypris*, *Schizothorax*, *Diptychus*.

Таким образом, эффект необыкновенно быстрого поднятия Тибетского нагорья, в частности в его центральной части, в антропогене выразился в ряде природных феноменов:

1. Понижение температуры на 20—25° и переход из субтропических широт в субарктические. Полная изоляция от влажных океанических масс и последующая ксерофизация климата.

2. Формирование высокогорной холодной полупустыни и пустыни с преобладанием ее каменистых вариаций.

3. Наиболее высокое положение снеговой линии, слабое развитие

ледников и на этом фоне распространение подземного оледенения (вечная мерзлота).

4. Образование внутренней высокогорной бессточной области с господством в гидрографической сети остаточных озер, эволюция которых выразилась в усыхании и накоплении мощных слоев галита с высоким содержанием К.

5. Возникновение эндемичной тибетской фауны и флоры, приспособленной к аномальным климатическим условиям.

6. Внутренние части Тибета отличаются очень низкой плотностью населения. Оседлое население приурочено лишь к берегам озер, значительные районы каменистых пустынь практически не имеют постоянного населения, что также следует отнести к феноменам этого огромного региона.

1. Чэнь Вань Юн и др. // Палеопозвоночные животные и палеоантропология. 1977. № 15. С. 261 (на кит. яз.).
2. Чжао Ситао // Геологическая наука. 1975. № 3. С. 243 (на кит. яз.).
3. Ши Я Фэн и др. // Вестн. АН Китая. 1964. № 10. С. 928 (на кит. яз.).
4. Шюй Жэнь и др. // Вестн. Фитологич. о-ва Китая. 1973. № 15. С. 103 (на кит. яз.).
5. Мурзаев Э. М. // Зарубежная Азия. М., 1956. С. 282.
6. Козлова Е. В. // Тр. зоолог. Ленингр. ин-та АН СССР. 1952. Т. IX. Вып. 4. С. 32.
7. Ли Цзи Цзюнь и др. // Вестн. АН Китая. 1979. № 6. С. 608 (на кит. яз.).
8. Ганссет А. Geology of the Himalayas, Interscience publishers. London; New York, 1964.
9. Чжоу Куйту и др. Изучение некоторых вопросов о четвертичной палеогеографии путем анализа спорово-пыльцевых данных в области г. Джомолунгмы: Науч. докл. экспедиции в области г. Джомолунгмы, 1966—1968. Четвертичная геология. Пекин, 1976 (на кит. яз.).
10. Юсов Б. В. Тибет. М., 1958.

УДК 631.875

Л. Н. ГЛАЗКОВА, А. В. ГОРБЛЮК, Л. Ф. ВАШКЕВИЧ

### ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛИЙНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ВЫСОКИМИ ДОЗАМИ САПРОПЕЛЯ

As a result of applying big doses of saptopel in the course of a production experiment with sod-podzol and some kinds of turf sandy soils the content of dissolvable in water, exchangeable and unexchangeable forms of potassium increased as a result of decrease of the almost unchangeable form. Potassium regime in both soils improved at maximum doses of saptopel applied.

В работе изложены результаты многолетних опытов на легких почвах, окультуренных высокими дозами сапропелевых удобрений (СУ). Актуальность этих исследований объясняется тем, что дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы, занимающие в Белоруссии около 52,5 % пахотных земель [1], характеризуются низким естественным плодородием и нуждаются в органических и минеральных удобрениях. В ряде случаев низкое плодородие почв требует внесения повышенных доз органических удобрений.

В республике все шире применяются в качестве удобрений сапропели, прогнозируемые запасы которых оцениваются в 3,7 млрд м<sup>3</sup> [2]. Сапропели являются источником органических веществ, а также минеральных элементов питания растений. Они воздействуют на водно-физические и агрохимические свойства почвы, способствуя существенному повышению урожая зерновых культур и картофеля [2].

Технология добычи сапропелей с намывом их в отстойники и зимним промораживанием вызывает коагуляцию и агрегацию коллоидных фракций, при этом уменьшается дисперсность, плотность, увеличивается коэффициент фильтрации, а также улучшаются агрохимические и биохимические свойства этих удобрений. Так, в 1 т сапропелевых удобрений при влажности 50 % содержится: азота 13,5 кг, фосфора — 1,2, калия — 0,81, карбонатов — 11,7 кг [3].