

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

На правах рукописи

ПАК Андрей Инсунович

УДК:531.311.231

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ЭВОЛЮЦИЯ ОБСТАНОВОК
ФОРМИРОВАНИЯ КОР ВЬЕТРИВАНИЯ В ИСТОРИИ
ЗЕМЛИ

Специальность 04.00.21 -- литология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора
геолого-минералогических наук

НОВОСИБИРСК - 1982

Работа выполнена в Институте геологии и геофизики
им.Х.М.Абдуллаева АН УзССР

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических
наук, профессор Ю.П.Казанский
доктор геолого-минералогических
наук, ст. науч. с. Ю.П.Селиверстов
доктор геолого-минералогических
наук, профессор В.И.Троицкий

Ведущая организация — Институт геохимии и геофизики
АН БССР (г.Минск)

Защита состоится " 4 " Января 1983 г.
в 14 час. на заседании специализированного совета
Д 002.50.03 Института геологии и геофизики СО АН СССР,
в конференц-зале.

Адрес: 630090, Новосибирск, 90, Университетский проспект, 3

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГиГ СО
АН СССР.

Автореферат разслан " 15 " ноября 1983 г.

Ученый секретарь специализированного
совета кандидат геолого-минералогических
наук

Волков

В.В.Волков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы определяется необходимостью наиболее быстрой реализации решений XXVI съезда КПСС, предусматривающих "Изучение строения, состава и эволюции Земли...". Развитие осадочной оболочки Земли в геологической истории неразрывно связано с полихронной экзогенной дифференциацией мантийного вещества в результате процессов выветривания и седиментогенеза. Поэтому проблема докембрийского и фанерозойского литогенеза и связанных с ним полезных ископаемых не будет полностью решена без учета данных по эволюции корообразования в геологической истории Земли. Опубликованных работ по корам выветривания очень много. Однако большинство из них посвящено описанию строения, состава и физико-химических условий формирования кор выветривания мезозоя и кайнозоя. Значительно меньше внимания уделено изучению общих проблем, в частности, анализу эволюции обстановок образования кор выветривания в истории Земли. Между тем, данная проблема, по нашему мнению, является главной при выявлении закономерностей литогенеза и образования экзогенных полезных ископаемых, совершенствовании методов прогнозирования и повышения эффективности поисковых работ с целью расширения минерально-сырьевой базы страны.

Цель исследований. Главная цель настоящей работы — проследить характер изменения строения профилей, состава и условий образования кор выветривания в геологической истории и на этой основе рассмотреть вопросы эволюции экзогенного рудообразования вообще и оценки перспектив территории Средней Азии на выявление экзогенных полезных ископаемых, связанных с процессами образования кор выветривания, в частности. Объектом исследования являлись коры выветривания докембрия и фанерозоя древних и молодых платформ, геосинклинальных складчатых систем и эпиплатформенных орогенов большинства континентов мира, в том числе Средней Азии.

Задачи исследований. Для реализации намеченной цели необходимо было решить следующие задачи первостепенной важности:

— изучить характер изменения строения профилей и состава кор выветривания докембрия и фанерозоя;

— установить особенности эволюции структурно-тектонических и палеогеографических условий образования кор выветривания в геологической истории Земли;

- выделить главные геохронологические этапы развития кор выветривания;

- исследовать поведение химических элементов в пофиллах послеархейских кор выветривания, на этой основе рассмотреть особенности эволюции экзогенного рудообразования в геологической истории и дать оценку перспектив территории Средней Азии на полезные ископаемые.

Научная новизна работы. По - новому сформулирован термин коры выветривания. Разработаны новые схемы стратификации и классификации кор выветривания. Впервые выделены пять (5) главных геохронологических этапов формирования кор выветривания: катархейский, архейский, раннепротерозойский, позднепротерозойско-раннепалеозойский, среднепалеозойско - кайнозойский (в том числе донегеновый и неоген-антропогенный подэтапы). Установлена эволюция структурно-тектонических, палеоклиматических и других природных условий формирования кор выветривания в геологической истории. Выявлена связь главных геохронологических этапов формирования кор выветривания с определенными периодами перестройки структурно-тектонических, палеоклиматических условий и органического мира. Установлен переход от догеосинклинальных, доплатформенных условий формирования кор выветривания в катархее и экратонных в архее к типично платформенным, геосинклинальным и эпиплатформенным орогенным - в кайнозое. Изучены особенности формирования кор выветривания в условиях эволюции типов литогенеза от однообразного специфического прааридного в архее до разнообразного гумидного, аридного, бореального, полярного и других - в кайнозое. Установлены особенности изменения строения и состава кор выветривания от однозональных примитивных эфемеров архея до латеритных и экстралатеритных мезозоя и кайнозоя, а также факторы обуславливающие эти изменения. Выявлены особенности миграции, концентрации химических элементов в разрезах послеархейских кор выветривания и эволюции экзогенного рудообразования в геологической истории. Впервые дана оценка перспектив территории Средней Азии на экзогенные полезные ископаемые данными изучения полистадийного формирования кор выветривания и сопряженных с ними осадочных формаций.

Практическая ценность и реализация работы. Рекомендации, вытекающие из теоретических построений и научных выводов автора, имеют важное народно-хозяйственное значение.

В 1953-1959 г.г. на начальных этапах исследований автором кор выветривания и при его участии открыто, разведано и передано промышленности редкометальное месторождение. За открытие и разведку этого месторождения группе геологов одной из экспедиции Министерства геологии СССР, в том числе диссертанту, в 1959 г. присуждена Ленинская премия.

В 1963 г. по проекту, составленному при участии автора, были продолжены поисковые и поисково-оценочные работы в докембрийских толщах одного из районов Средней Азии. В 1966 г. выявлено, а в 1975 г. передано промышленности другое комплексное редкометальное месторождение, генетически связанное с корами выветривания. Кроме того, на одном из рудопроявлений, рекомендованном автором и др., для поисково-разведочных работ, с 1975 г. по настоящее время проводятся результативные поисково-разведочные работы.

Теоретические разработки и научные выводы, изложенные в монографии и научных статьях автора, плодотворно используются Узбекским научно-производственным гидрогеологическим объединением (ГИДРОИНГЕО) и Среднеазиатским научно-исследовательским институтом геологии и минерального сырья (САИГИМС) Мингео УзССР, Специализированной геологической экспедицией Мингео СССР, Западно-Узбекистанским производственным геологическим объединением "Самаркандгеология" Мингео УзССР, Институтом почвоведения и агрохимии АН УзССР, Комплексной геолого-поисковой экспедицией (КГПЭ) Мингео УзССР и др. Согласно актам внедрения и справкам, которые прилагаются к работе, применение научных разработок и практических рекомендаций автора способствует успешному решению задач, стоящих перед перечисленными выше производственными геологическими и научно-исследовательскими организациями.

Связь с планом основных научных работ Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева АН УзССР. Диссертационная работа - составная часть исследований по корам выветривания Узбекистана и сопредельных территорий Среднеазиатских республик, проведенных автором в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева АН

УзССР по темам: "Изучение литологии и условий формирования древних кор выветривания Узбекистана и связанных с ними полезных ископаемых (каолинов, редких элементов, бокситов и др.)", 1967 - 1970 гг.; (71037322) "Распространение, условия образования и полезные ископаемые (бокситы, алуниты и др.) мезозойско-кайнозойской коры выветривания на территории Западного Узбекистана", 1971 - 1975 гг.; Раздел I "Макет минерагенической карты кор выветривания мезозоя и кайнозоя Узбекистана", темы (7707608I) "Металлогенический анализ осадочных формаций палеозоя и мезозоя Узбекистана с составлением макетов минерагенических карт по отдельным рудоносным формациям в масштабе 1:1000000", 1976 - 1979 гг.; (800069II) "Роль гипергенных процессов в формировании послепалеозойских кор выветривания и связанных с ними полезных ископаемых в различных геолого-структурных и палеоландшафтных условиях отдельных регионов Узбекистана", 1980 - 1984 гг.

Публикации и апробация работ. Основные научные положения диссертации опубликованы в монографии и 38 научных статьях, а также обсуждались на семинарах по литологии и геохимии Средней Азии (ТашГУ, 1971, 1974, 1977, 1978), на совещаниях по бокситам Средней Азии (Ташкент, 1969, 1971), I и II Всесоюзных совещаниях по радиоактивным элементам в горных породах (Новосибирск, 1972; Душанбе, 1975), Всесоюзном совещании по литогенезу и корам выветривания Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 1975), совещании по теории образования кор выветривания (Москва, 1978), XII Всесоюзном литологическом совещании (Новосибирск, 1981) и др.

Фактический материал, использованный в диссертационной работе, собирался в течение многолетнего изучения кор выветривания Средней Азии за время работы автора в системе Министерства геологии СССР (1951 - 1967 гг.), Института геологии и геофизики им. X. М. Абдуллаева АН УзССР (с 1967 по наст. вр.). В работе использованы материалы совместных исследований кор выветривания гор Ауминзатау и Кульджуктау (Южный Тяньшань), проведенных научными сотрудниками Института геологии и геофизики АН УзССР А. А. Коддаевым, Э. Т. Абдуллаевым, X. Н. Нуруллаевым под научным руководством и при непосредственном участии автора, а также многочисленные публикации советских и зарубежных ученых по различным вопросам литологии, геохимии кор выветривания, геотектонике, палеогеографии, полезным ископаемым, эволюции геологических процессов, состава внешних оболочек Земли

и др.

Методика работ. Основными методами исследований являлись минералого - петрографический и геохимический. При изучении состава мезозойских и кайнозойских кор выветривания Средней Азии использовались методы полного описания и лабораторного изучения реликтовых и новообразованных минералов кор выветривания различных генетических типов с широким применением рентгеновского, дифрактометрического, электронно-микроскопического, микроскопического и химического анализов. На основе полученных данных с учетом геологических условий залегания выделялись коры выветривания разных типов литогенеза; они отражены на картах распространения кор выветривания на территории Средней Азии и приведены в диссертационной работе в виде литологических колонок и геохимических диаграмм. Миграция и концентрация химических элементов в профилях кор выветривания изучены методом абсолютных масс.

Объем работы. Диссертационная работа объемом 270 страниц машинописного текста, кроме введения и заключения, состоит из семи глав. В первой главе приводится определение понятия кор выветривания, их стратификация, классификация и современные представления об эволюции корообразования в истории Земли; во второй - главные факторы и процессы, обуславливающие формирование кор выветривания; в третьей и четвертой - характеристика строения и состава наиболее полных типовых разрезов кор выветривания катархейского, архейского, раннепротерозойского, позд. протерозойско-раннепалеозойского, среднепалеозойско-кайнозойского этапов геологической истории; в пятой - материал по эволюции структурно-тектонических и палеогеографических условий формирования кор выветривания; в шестой - результаты изучения поведения химических элементов в после-архейских корах выветривания и связь с ними экзогенного рудообразования; в седьмой - особенности распространения послепалеозойских кор выветривания на территории Средней Азии, изменение структурно-тектонических и палеогеографических условий их образования и оценка перспектив на экзогенные полезные ископаемые. Текст диссертации иллюстрирован 71 рисунком, семью (7) таблицами. Список литературы на 51 страницах. Приложения содержат 118 вспомогательных таблиц, в том числе в 30 таблицах отражены средние величины коэффициента привноса-выноса основных породообразующих химических элементов в корах выветривания разного возраста, в 25 таблицах дана детальная

характеристика разрезов кор выветривания докембрия и фанерозоя разных регионов мира и в 63 таблицах приведены расчеты коэффициента привноса-выноса основных породообразующих химических элементов по 63 разрезам кор выветривания докембрия и фанерозоя некоторых регионов мира.

В проведении полевых работ автору содействовало руководство геологических партий, ведущих работы в Средней Азии. При обработке материалов и оформлении диссертации большую помощь оказали П.Ким, Л.М.Чиж. Выполнение работы было бы невозможно без содействия директора ИГиГ АН УзССР академика АН УзССР И.Х.Хамрабаева, бывшего заведующего отделом литологии и рудогенеза осадочных формаций Н.П.Петрова, заместителя директора ИГиГ АН УзССР П.А.Чистякова, заведующего лабораторией гипергенеза Т.К.Каржаува. В процессе исследований автор пользовался ценными советами члена-корреспондента АН УзССР А.Г.Бабаева, докторов геолого-минералогических наук С.Т.Бадалова, Г.И.Бушинского, Р.А.Мусина. Всем перечисленным лицам автор выражает глубокую признательность и благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

I. В настоящее время единого толкования термина коры выветривания нет. По мнению одних исследователей, коры выветривания - это континентальная формация, состоящая из остаточных продуктов выветривания и продуктов их переотложения. Другие рассматривают их в качестве элювия или элювиальных образований, либо отождествляют с древними почвами и т.д. Согласно имеющимся данным, коры выветривания образуются в результате инфильтрации грунтовых вод в горные породы. При взаимодействии этих двух природных фаз в профилях кор выветривания возникает гидрохимическая и минералогическая зональность. Интенсивность преобразования первичных минералов в исходных материнских породах постепенно убывает в направлении неизменных. Таким образом, формируется единый непрерывный профиль коры выветривания зонального строения. Исходя из этого, под корами выветривания автор понимает горные породы (или их комплексы), возникшие в ре-

зультате частичного и полного преобразования магматических, метаморфических и осадочных пород в процессе химического выветривания и не потерявшие связи с материнскими, образуя с ними единый профиль.

2. Профили кор выветривания, как правило, имеют зональное строение. Однако общепринятых названий зон нет. В настоящее время выделяют зоны кор выветривания по преобладающим процессам или преобладающему комплексу минералов и др. Необходимо отметить, что названия зон по комплексу минералов приемлемо лишь для характеристики кор отдельных петрографических разновидностей пород, а зональность кор по процессам находится в противоречии с фактическими данными.

В результате анализа геологических материалов установлено, что зональность кор выветривания независимо от их возраста, типов литогенеза и петрографического состава исходных пород довольно однозначно отбивается по характеру развития новообразованных глинистых минералов. Это позволило использовать их в качестве индикатора для стратификации кор выветривания. Руководствуясь этим принципом, в наиболее полных профилях кор выветривания автор выделяет (снизу вверх) четыре зоны: слабого, умеренного, интенсивного развития глинистых минералов (т.е. зоны слабой, умеренной, интенсивной глинизации) и преобразования глинистых минералов в окислы и гидроокислы алюминия (зона окислов и гидроокислов). Эти зоны сопоставляются с зонами кор выветривания, выделенными другими авторами, в частности, соответственно зонам дезинтеграции, выщелачивания, гидролиза и конечного гидролиза (Никитина и др., 1971). В работе названия зон кор выветривания приводятся по автору.

3. Классификации кор выветривания, разработанные Б.Б.Полиновым, К.И.Лукашевым, И.И.Гинзбургом, К.К.Никитиным, Н.П.Хераскским, В.И.Разумовой, В.В.Добровольским, Б.М.Михайловым и др. основываются на данных изучения состава мезозойских и кайнозойских кор выветривания, но при этом не учитываются коры выветривания докембрия и условия их образования. В работе приводится принципиально новая классификация кор выветривания, в которой, в отличие от существующих, отражены особенности строения, состава и эволюция структурно-тектонической, палеогеографической обстановки формирования кор выветривания в геологической истории Земли.

4. Кратко рассмотрены существующие представления об эволюции корообразования в геологической истории.

ГЛАВА П. ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

1. В формировании кор выветривания важную роль играют структурно-тектоническая, климатическая и геоморфологическая обстановка, а также петрографический состав пород субстрата. Наиболее благоприятны положительные морфоструктуры влажных тропиков и субтропиков, где структурно-тектонические, геоморфологические, гидрогеологические условия обеспечивают длительное воздействие инфильтрующей воды на горные породы и вынос растворенных химических элементов из зоны выветривания.

2. Коры выветривания образуются под влиянием различных физико-химических процессов: выщелачивания и растворения, гидратации и гидролиза, окисления и восстановления, миграции и концентрации химических элементов, синтеза новых минералов и др. Однако основными процессами, формирующими коры выветривания, являются гидролиз, гидратация и синтез минералов. Окислительные процессы, как и восстановительные и др., относятся к разряду второстепенных и не всегда обязательно проявляемых.

3. Перечисленные выше процессы, обуславливающие образование кор выветривания, как в геологическом прошлом, так и в настоящее время протекают только при участии воды. Однако для образования латеритных кор выветривания, кроме воды, необходимо участие органического вещества или продуктов его разложения.

ГЛАВА Ш. ВАЖНЕЙШИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СОСТАВА КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ДОКЕМЕРИЯ И РАННЕГО ПАЛЕОЗОЯ

В настоящей главе приводится краткая характеристика кор выветривания выделенных автором главнейших геохронологических этапов: катарейского, архейского, раннепротерозойского, позднепротерозойско-раннепалеозойского. В целях установления закономерностей изменения состава кор выветривания в геологической истории дается характеристика наиболее полных их профилей для каждого из этих этапов.

1. Коры выветривания катарейского этапа (4,5-3,5 млрд. лет назад) в коренном залегании не установлены, они выделяются условно. Видимо, на суше и в акватории первичного океана, при повышен-

ной температуре - более 80°C (Шидловски, 1980; Costa a.o., 1980) в результате воздействия термальных вод на горные породы образовались продукты, аналогичные гидротермальным изменениям пород.

2. Коры выветривания архейского этапа (3,6 -2,6 млрд. лет назад) с полизональным строением профилей, сформировавшихся в субаэральных условиях суши, не установлены. Базальные горизонты стратиграфических несогласий обычно представлены конгломератами и другими обломочными породами полимиктового состава, часто без признаков химического выветривания. В ископаемом виде встречаются исключительно продукты физического выветривания. Лишь на отдельных участках некоторых древнейших щитов (Канадского, Алданского и Балтийского) устанавливаются образования, которые в известной степени условно могут быть отнесены к продуктам химического выветривания.

На Канадском щите в районе оз. Поинт метасадочные породы серии Йеллонайф с конгломератами в основании залегают на частично хлоритизированных гранитах (Барагер, и др., 1977), которые устанавливаются лишь местами на контакте с конгломератами.

На Алданском щите в бассейне р. Алдана в низах верхнеалданской свиты Йенгрской серии на границе с нижележащей монотонной основной по составу породой Верхнетимптонской (Курултинской) серии широко проявлены горизонты конгломератов (Кулиш, 1977). Во внешней части галек отмечается зона повышенного содержания биотита и кварца. Вероятно, эта каёмка (зона) мощностью около 3 мм представляет собой реликты позднеархейских кор выветривания.

На Балтийском щите в основании Кольской серии (Масленников, 1966) под базальными конгломератами, залегающими на породах основного состава базитового массива Монче-Тундры, устанавливается обломочный элювий.

Таким образом, архейский этап в целом характеризуется спорадическим развитием отдельных фрагментов кор выветривания с одноступенчатым строением профилей эфемеров примитивного состава.

3. Коры выветривания раннепротерозойского этапа (2,6-1,6 млрд. лет назад) изредка устанавливаются в пределах большинства древнейших платформ и приурочены главным образом к разным стратиграфическим уровням первой половины раннего протерозоя. Отме-

чаются коры выветривания предкейвские (2,8-2,6) в Балтийском щите, преддоминионрифские (2,8-2,6) - в Южно-Африканском, предсумийские и предсариолийские (2,6-2,4) - в Северо-Восточной Карелии, догуронские (2,6-2,4) - в Канадском щите, докриворожские, докурские (2,4-2,3) - на Русской платформе, дотулийские, ятулийские (2,4-2,1) - в Центральной Карелии и др. Некоторые наиболее полные типовые разрезы раннепротерозойских кор выветривания приведены в табл. I. Коры выветривания рассматриваемого этапа характеризуются в целом однотипным строением профилей и относительно однообразным кварц-карбонат-слюдистым (кварц-серицитовым, кварц-карбонат-хлоритовым, кварц-карбонат-серицит-вермикулитовым, кварц-карбонат-биотит-хлоритовым) составом. Наиболее полные их профили, в отличие от архейских, имеют двухзональное строение и сложены образованиями зон слабой и умеренной глинизации. Независимо от петрографического состава алюмосиликатных пород в зоне слабой глинизации, вдоль трещин, отмечается развитие серицитов по плагиоклазам, хлоритов и биотита по темноцветным минералам. В зоне умеренной глинизации плагиоклазы, а в отдельных разрезах и калиевые полевые шпаты серицитизированы полностью. По темноцветным минералам развиты серицит или вермикулит. В отдельных разрезах кор выветривания породы кислого и основного состава полностью серицитизированы. Ведущим минералом кор выветривания является серицит, в отдельных разрезах отмечаются вермикулит, биотит, хлорит. Постоянными спутниками являются карбонаты. Полностью отсутствуют глинистые минералы из группы гидрослюды, монтмориллонита, каолинита, а также гидроокислы алюминия, железа и продукты их метаморфизма. Спорадически встречаются единичные выделения гематита. В геохимическом отношении профили кор выветривания характеризуются высоким содержанием щелочных и щелочно-земельных металлов, что свидетельствует о весьма слабом разложении исходных пород. Таким образом, в раннепротерозойском этапе впервые в геологической истории формировались коры выветривания с зональным строением профилей.

4. Коры выветривания позднепротерозойско-раннепалеозойского этапа (1,6-0,40 млрд. лет назад) распространены в пределах

Здесь и далее цифры в скобках обозначают абсолютный возраст кор выветривания (млрд. лет назад)

Сопоставление наиболее полных типовых разрезов кор выветривания (КВ) первой половины раннего протерозоя некоторых районов мира

Таблица I

Примеры КВ (возраст, млн. лет назад)	Названия пород (зон) КВ сверху вниз по разрезу	Минералы КВ	
		главные	второстепенные
Дотулийские КВ (2100-2400) гранитов района Лехта-Сари Центральной Карелии (Корьякин, Сафронов, 1979)	П. Кварц-серицитовая порода I. Граниты слабо серицитизированные	Серицит Реликтовые минералы	Хлориты, карбонаты, гидрослюды, каолинит Хлорит, кварц, эпидот, карбонаты
Докриворожские КВ (2300-2400) гранитов Украинского щита (Додатко и др., 1975)	П. Граниты серицитизированные I. Граниты трещиноватые	Серицит Реликтовые минералы	Карбонаты, хлориты, пирит Карбонаты, биотит, серицит
Догуронские КВ (2400-2600) гранитов района оз. Блайнд-Ривер Канадского щита (Roscoe, 1969)	П. Грубозернистая порода I. Граниты с обломочной текстурой	Белые слюды (серицит?) Реликтовые минералы	- Серицит?
Предсариолийские КВ (2400-2600) гранитов оз. Пасда-Лампи Северо-Восточной Карелии (Негруца, 1971)	П. Сильно трещиноватые серицитизированные граниты I. Граниты трещиноватые хлоритизированные	Серицит Реликтовые минералы	Хлорит, эпидот, гематит, карбонаты, титанит Серицит, хлорит, гидроокислы железа
Преддоминионрифские КВ (2600-2800) гранитов Южно-Африканского щита (Matthews, Scharrer, 1968)	П. Породы кварц-серицит-вермикулитового состава I. Граниты трещиноватые, осветленные	Серицит, вермикулит Реликтовые минералы	- Карбонаты, вермикулит
Предкейвские КВ (2600-2800) гнейсов Балтийского щита (Негруца, 1971)	Осветленные гнейсы	Реликтовые минералы	Серицит, биотит

Примечание. Здесь и далее римскими цифрами обозначены зоны в интерпретации автора.

Русской и Сибирской платформ (Додевонские коры..., 1969; Махнач, Левых, 1973; Додатко, 1976; Иванов, 1979; Жабин, 1979; Мац и др., 1974 и др.). Известны предтолкачевские (I, 6-I, 2) - в Украинском щите, доуватско-доермосохиинские (раннерифейские) и предкарагасские (досреднерифейско-среднерифейские) - на Сибирской платформе предпинские (I, 35-I, 05) - на Белорусском массиве, дополесские (I, 05-0, 70) - на Украинском щите, доолжинско-дооселковне (среднерифейско-вендские) - на Сибирской платформе, вендские, кембрийские, додевонские - на Сибирской и Русской платформах. Наиболее полные типовые разрезы кор выветривания описываемого геохронологического этапа приведены в табл. 2. Сравнительным анализом установлены принципиальные отличия кор выветривания раннего и среднего рифея от раннепротерозойских. Особенностью кор выветривания позднепротерозойско-раннепалеозойского этапа является трехзональное строение профилей. Они сложены образованиями зон слабой, умеренной и интенсивной глинизации; зона окислов отсутствует. В зоне слабой глинизации, наряду с серицитом, вермикулитом, хлоритом, развиты гидрослюда, монтмориллониты, каолинит и другие гидросиликаты и карбонаты. Зона умеренной и интенсивной глинизации сложена главным образом новообразованными минералами глин с гидроокислами железа.

Результаты сопоставления наиболее полных типовых разрезов кор выветривания (КВ) позднего протерозоя (включая венд) и раннего палеозоя Русской платформы

Таблица 2

Типовые разрезы КВ (возраст, млн лет)	Название пород (и зон) КВ сверху вниз по разрезу	Минералы	
		главные	второстепенные
1	2	3	4
Предсреднедевонские КВ (до 400) габбро Воронежского массива (Хожанов и др., 1967)	Ш. Каолини- товая	Галлуазит	Гидроокислы железа, монтмориллонит, реже гиббсит
	П. Монтмо- риллонитовая	Монтморил- лонит	Галлуазит, гидрохлорит, карбонаты, гидроокислы железа
	Г. Слабо т. ециноватые габбро	Реликтовые минералы	Гидрохлорит, вермикулит, гидроокислы железа, карбонаты

1	2	3	4
Догдовские КВ (570-650) ортогнейсов Мазурско-Белорусского массива (район Укмерге, Лит. ССР), (Додевонские коры..., 1969)	Ш. Железисто- каолини- то- вая П. Монтморил- лонит-гидро- слюдистая Г. Слабо изме- ненные гнейсы	Каолинит Реликтовые минералы -	Гидрослюда, гидро- окислы железа, монт- мориллонит, реже гиббсит и др. Монтмориллонит, гидрослюда и др. Хлорит, монтморилло- нит
Довольские КВ (780-800) амфиболитов Белорусского массива (район г. Лиды Гродненская обл.), (Махнач, Левых, 1973)	Ш. Монтморилло- нит-каолини- то- вая П. Каолинит- монтморилло- нитовая Г. Начального изменения по- род	Каолинит, монтморил- лонит, хло- рит Монтморил- лонит Реликтовые минералы	Гидроокислы железа, лейкоксен, смешанно- слоистые минералы Каолинит, хлорит, гидрослюда, гидро- окислы железа Монтмориллонит, као- линит, хлорит и др.
Дополесские КВ (700-1050) гранитов Украинского щита (р-ны Подолия, Волны), (Додатко, 1976)	Ш. Гидрослю- дисто-каолини- то- вая П. Гидрослюди- сто-монтморил- лонитовая Г. Слабо изме- ненные грани- ты	Каолинит Монтморил- лониты, гид- рослюда Реликтовые минералы	Гидроокислы железа, гидрослюда Каолинит, хлорит Монтмориллонит
Предпинские КВ (1050-1350) габбро Белорусского массива (Барановичский р-н Брестской обл.), (Махнач, Левых, 1973)	Пб. Гидрослюди- сто-монтморил- лонитовая Пв. Монтморил- лонит-каолини- то- вая Г. Слабо изме- ненные габбро	Монтморил- лонит и др. Каолинит, магнетит Реликтовые минералы	Гидрослюда, хлорит, карбонаты Хлорит, гидрослюда, гидроокислы железа, пирит Гидрослюда, магнетит, хлорит
Предтолкачевские КВ (1200-1500) андезитовых порфиритов облучевской серии Украинского щита (с. Збраньки), (Додатко, 1966)	Пб. Гидрослю- дисто-каоли- нит-монтморил- лонитовая Пв. Гидрослю- дистая Г. Слабо вывет- ренные порфи- риты	Монтморил- лониты, гид- рослюда, као- линит Гидрослюда Реликтовые минералы	- Монтмориллониты Монтмориллониты

Коры выветривания позднего рифея, венда и раннего палеозоя по строению профилей и составу новообразованных минералов в общих чертах сходны с ранне- и среднерифейскими: в них широко развиты каолинит, гидрослюда, монтмориллониты, смешанно-слоистые образования, цеолиты, гидрокислы железа. В отличие от раннепротерозойских, ранне- и среднерифейских, в верхней части их зоны интенсивной глинизации отмечаются единичные выделения минералов свободного глинозема (гиббсита), широко развиты окислы железа с образованием ферриаллитов.

ГЛАВА IV. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СОСТАВА КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙ- СКОГО ЭТАПА (0,40 млрд. лет назад по наст.вр.)

В данной главе приводится характеристика кор выветривания среднего девона, раннего карбона, мезозоя и кайнозоя. Наиболее полные типовые профили их приведены в табл. 3. Устанавливаются коры выветривания двух подэтапов: донеогенового и неоген-антропогенового.

Среднедевонские коры выветривания донеогенового подэтапа известны на Русской и Сибирской платформах, на Урале и др. (Кожанов и др., 1967; Лапинская, Журавлев, 1967; Коры выветривания Сибири, 1979 и др.). Развитие по габброидам, они характеризуются трехзональным строением профилей сиалитного (гидросиалитного) типа. Сложены образованиями зон слабой, умеренной и интенсивной глинизации; зона окислов (латеритных бокситов) отсутствует. Глинистые минералы из группы монтмориллонита, каолинита являются основными породообразующими: они распространены во всех трех зонах профилей кор выветривания алюмосиликатных пород. Количество их возрастает снизу вверх по разрезу коры. Конечный продукт изменения первичных алюмосиликатов - каолинит, галлуазит, реже в верхней части зоны интенсивной глинизации отмечаются выделения минералов свободного глинозема (Бочко, Киреев, 1974). По всему профилю широко проявлены гидрокислы железа; в отдельных разрезах они образуют значительные скопления. В зонах слабой и умеренной глинизации установлены гидрохлорит, карбонаты кальция и отчасти магния, единичные выделения серицита, вермикулита. В целом коры выветривания среднего девона по строению и составу профилей сходны с позднепротерозойскими, вендскими и раннепалеозойскими.

Коры выветривания раннего карбона, мезозоя и палеогена отмечаются во многих странах мира. Наиболее полные профили раннекарбонных кор в СССР установлены в пределах Воронежского кристаллического массива (Никитина, Алексеева, 1973), в Северо-Онежском районе (Бочко, Киреев, 1974) и других частях Русской платформы. Профили кор выветривания характеризуются четырехзональным строением латеритного типа. Они сложены образованиями зон слабой, умеренной и интенсивной глинизации, а также зоны окислов. По составу новообразованных минералов нижние три зоны сходны с профилями кор выветривания среднего девона (см. табл. 2). Однако в них интенсивно развиты гидрокислы алюминия (гиббсит, бемит) и железа (гетит, гидрогетит). В отдельных разрезах гидрокислы алюминия наблюдаются и в верхней части зоны интенсивной глинизации в ассоциации с гидроокислами железа.

Наиболее полные профили кор выветривания мезозоя и палеогена приурочены к рэт-раннеюрским, альб-сеноманским и олигоценным геохронологическим интервалам. Развитие по алюмосиликатным породам основного состава имеет также четырехзональное строение. Они сложены образованиями зон слабой, умеренной, интенсивной глинизации и зоны окислов; по строению профилей и составу новообразованных минералов устанавливается сходство их с раннекарбонными корами выветривания. В зоне слабой глинизации новообразованные минералы развиты лишь по трещинкам. В зоне умеренной глинизации, наряду с глинистыми минералами, отмечаются выделения карбонатов, кварца. Минералы из группы монтмориллонита (в корях выветривания основных пород) и гидрослуд (в корях выветривания пород кислого состава) являются ведущими. Широко представлены хлориты, карбонаты (в корях выветривания ультрабазитов). Зона интенсивной глинизации сложена каолинитом и гидрокислами железа; в верхней части её наблюдаются выделения минералов свободного глинозема (гиббсит, бемит). В зоне окислов содержание этих элементов увеличивается, а глинистых минералов соответственно уменьшается.

Таким образом, начиная с раннего карбона, в течение всего мезозоя и палеогена формировались коры выветривания качественно нового - латеритного типа. Развитие их связано с положительными морфоструктурами выступов пород складчатого фундамента древних и молодых платформ. В геосинклинальных складчатых областях и осадочном покрове платформ латеритные коры выветривания не установлены.

Коры выветривания неоген-четвертичного подэтапа встречаются в различных регионах мира. Наиболее полные профили приурочены к влажным тропическим зонам Земли, — к положительным морфоструктурам эпиплатформенного орогена. Некоторые типовые разрезы приведены в табл. 3.

Коры выветривания геосинклинальных складчатых систем отмечены на о-ве Куба и Батумском побережье Грузии. Наиболее полные их профили в ультрабазитах имеют четырехзональное строение и сходны с подобными образованиями мезозоя. Венчаются зоной окр. Сложены окислами железа и выделениями гиббсита. Полные профили в основных породах имеют трехзональное строение. В зоне слабой глинизации кор выветривания лабрадоритовых порфиритов (Лисицына, 1973) устанавливаются единичные включения цеолитов, кварца, халцедона, каолинита, гидрохлорита. Зона умеренной глинизации состоит из пород глиноподобного облика гидрохлорит-галлуазитового состава с гиббситом, гидроокислами железа и каолинитом. Верхняя часть разреза кор выветривания сложена галлуазитовыми глинами с гиббситом. В отдельных разрезах гиббсит встречается также на границе с неизмененными порфиритами и их туфами.

Таким образом, в отличие от кор выветривания геосинклинальных складчатых областей предшествующего геохронологического подэтапа, характеризуются развитием минералов свободного глинозема, нередко по всем профилям, хотя самостоятельной зоны окислов они не образуют. Такой тип профилей кор выветривания автор называет оублатеритным.

Неоген-четвертичные коры выветривания, приуроченные к платформенным морфоструктурам, известны на о-вах Каса (вблизи г. Ко-накри) и Калимантан (Индонезия), в Австралии, Индии и других странах мира (Балкан, Бардоши, 1974; Валетон, 1977 и др.).

Полные профили кор выветривания, развитые по ультраосновным породам, сложены главным образом нонтронитом и гетитом с метагаллуазитом, гиббситом и анатазом. Гиббсит встречается по всем разрезам кор выветривания. Однако зону латеритных бокситов, как и в ультрабазитах геосинклинальных складчатых областей, он не образует.

Коры выветривания на габбро, андезитах, долеритах, амфиболитах представлены экстралатеритным типом профилей. Они также известны на о-вах Калимантан и Каса. Нижняя часть разрезов кор вы-

ветривания сложена каолинизированными породами, в которых наряду с каолинитом присутствуют реликтовые минералы и новообразованные гетит, гиббсит. Верхняя часть разрезов кор выветривания представлена зоной окислов, сложенной латеритными бокситами.

Экстралатеритные типы профилей кор выветривания установлены также на гранитах шт. Гуджарат в Индии (Kostör, 1964), Западной Австралии (Carroll, Neal, 1947) и др. В разрезах кор выветривания зоны слабой и умеренной глинизации не выявлены. Непосредственно на границе с неизмененными гранитами развиты образования зоны интенсивной глинизации, сложенные каолинитом, реликтовым кварцем с примесью гидрослюд, диаспора, гематита. Верхняя часть разреза кор представлена зоной окислов. В ней главными породообразующими минералами являются каолинит, гиббсит, диаспор с гематитом. Содержание реликтового кварца достигает 21-67% общей массы пород, что свидетельствует о низкой степени разложения гранитов в процессе формирования кор выветривания.

Коры выветривания, развитые по осадочным породам чехла платформ, в отличие от литологических аналогов предшествующих этапов, представлены экстралатеритным типом. К ним относятся латеритные покровы сверхгигантских месторождений бокситов Уэйпи п-ва Кейп-Йорк в Австралии (Лоугнен, Бейлисс, 1964). Здесь они сформированы на каолинизированных песчаниках мел-палеогенового возраста. Нижняя часть их разреза, мощность около 6м, соответствующая зоне колебания уровня грунтовых вод, сложена красными породами землистого облика, состоящими из кварца, каолинита, гематита, гетита, гиббсита, а верхняя часть — гиббситом с примесью каолинита, гетита и реликтового кварца.

Коры выветривания эпиплатформенного орогена встречаются в пределах активизированных частей Гвинейско-Либерийского щита (Михайлов, Куликова, 1977), в Северном Вьетнаме (Фридланд, 1964) и других районах мира (Селиверстов, 1979 и др.). Представлены, как правило, сокращенным типом экстралатеритных профилей одно-, двухзонального строения. Измененные породы основного состава чаще всего по резкой границе сменяются образованиями зоны окислов. В отдельных разрезах неизмененные породы и зона окислов разделены маломощным горизонтом полиминеральных глин, сложенных гиббситом, гетитом, гидрохлоритом, галлуазитом, монтмориллонитом. По данным химического анализа устанавливается полный вынос щелочей и щелочно-земельных элементов и накопление

Результаты сопоставления наиболее полных типовых разрезов кор выветривания (КВ) среднепалеозойско-кайнозойского этапа некоторых районов мира.

Таблица 3

Типовые разрезы КВ (возраст, млн. лет назад)	Названия пород (зон) КВ сверху вниз по разрезу	Минералы КВ	
		главные	второстепенные
1	2	3	4
Неоген-антропогеновые КВ (0-10) долеритов Гвинеи (Михайлов, Куликова, 1977)	IV. Гётит-гиббситовая	Гиббсит, гётит	-
	III. Гиббсит-глинистая	Гиббсит, глинистые минералы	Гётит
Неоген-антропогеновые КВ (0-10) гранитоидов Австралии (Carrol, Neal, 1947)	IV. Кварц-диаспор-гиббситовая	Диаспор, гиббсит	Каолинит, гидроокислы железа, кварц
	III. Диаспор-гиббсит-каолинитовая	Каолинит, гиббсит	Гидроокислы железа, кварц, лейкоксен, диаспор
	III. Кварц-каолинитовая	Гиббсит, каолинит	Диаспор, гидроокислы железа, гидрослюда, кварц
Донеогеновые КВ (более 25) долеритов приподнятых переплесов Гвинеи (Михайлов, Куликова, 1977)	IV. Бокситовая	Гиббсит	Гидроокислы железа
	III. Железисто-каолинитовая	Каолинит	Гиббсит, гидроокислы железа
	II. Монтмориллонитовая	Монтмориллонит	Гиббсит, гидроокислы железа
Мел-палеогеновые КВ (30-140) долеритов Нижнеподсопочного провложения, Сибирская платформа (Домбровская, 1979)	IV. Гётит-каолинит-гиббситовая	Каолинит, гиббсит	Гидроокислы железа
	III. Гётит-каолинитовая	Каолинит	Гидроокислы железа
	II. Монтмориллонитовая	Монтмориллонит и др.	Каолинит, гидроокислы железа
Позднеtrias-раннеюрские КВ (180-200) базальтовых порфиритов ЮЗ. отрогов Гиссарского хребта (Богатырев, 1973)	I. Дезинтеграции	Реликтовые минералы	Монтмориллонит
	IV. Гематит-диаспоровая	Диаспор, гётит	Каолинит
	III. Каолинитовая	Каолинит, гётит	Диаспор, гидрослюда
Раннекарбоновые КВ (330-350) амфи-	II. Гидрослюдистая	Гидрослюда	Гётит, каолинит, хлорит
	I. Дезинтеграция	-	Хлорит
	IV. Железисто-гиббситовая	Гиббсит	Гидроокислы железа, каолинит

1	2	3	4
бол-хлоритовых сланцев Северо-Онежского района (Киреев, 1975)	III. Каолинитовая П. Монтмориллонитовая	Каолинит Монтмориллонит	Гиббсит, Гидрослюда, хлорит

алюминия, титана, железа.

Экстралатеритные коры выветривания, развитые по гранитам, в эли-платформенном орогене встречаются во влажной тропической зоне Гвинеи (Герасимов, 1964). Представлены глиноподобными породами, состоящими из гиббсита, каолинита, гидроокислов железа. Содержание кварца достигает 55% (против 70% в неизмененных гранитах). Несмотря на высокое содержание кремнезема в корях выветривания, гиббсит развит по всему разрезу. Таким образом, отличительная особенность неоген-антропогенового подэтапа - формирование качественно новых-экстралатеритных кор выветривания с выделением в них минералов свободного глинозема по всему профилю коры.

В результате сравнительного изучения кор выветривания разных геохронологических этапов установлено развитие от геохимически слабо дифференцированных однозональных по строению профилей примитивных и однообразных по составу кор в архее до геохимически интенсивно дифференцированных полизональных латеритных и экстралатеритных - во второй половине фанерозоя.

ГЛАВА V. ЭВОЛЮЦИЯ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

I. Некоторые исследователи (Страхов, 1963; Шоу, 1980 и др.) считают, что в конце катархея поверхность Земли покрывалась водами Мирового океана, на общем фоне которого выступали небольшие островные поднятия. Климатическая зональность отсутствовала. Поэтому условий для развития литогенетических типов кор выветривания не было.

В архее преобладающая часть поверхности Земли все еще оставалась покрытой водами Мирового океана. Вулканические процессы происходили главным образом в пределах акватории Мирового океана. В связи с этим в ней аккумулировалась главная масса твердых, газобразных и жидких продуктов дегазации мантии Земли. Поэтому содержание CO₂ и других газов в атмосфере архея низкое, органическая жизнь представлена лишь бентосными организмами (Руттен, 1973). Температура воды архейского океана превышала 60°C (Казанский,

1975; Coats, a. o., 1980). На суше господствовал относительно однообразный специфический прааридный климат. Атмосферные осадки, выпадающая на поверхность суши, подвергались испарению, поэтому грунтовые воды отсутствовали. Ландшафты архея представляли собой голую безжизненную пустыню с восстановительной обстановкой. В условиях эпизодического увлажнения ландшафтов шло формирование кор выветривания, представленных начальной стадией химического разложения пород в виде эфемеров структурного элювия прааридного типа литогенеза.

С началом протерозоя связан расцвет фотосинтезирующих организмов (Соколов, 1976). Однако возникновение фотосинтеза ещё не привело к насыщению атмосферы кислородом (Ронов, 1964; Перельман, 1975; Шидловски, 1980 и др.). Суша продолжала оставаться безжизненной пустыней. Температура на суше и в гидросфере понизилась относительно архея до 70°C и ниже (Казанский, 1975). Впервые в геологической истории Земли возникли ареалы протогумидного и протоаридного климатов. Однако различия ландшафтов этих климатов не были такими контрастными, как в фанерозое между гумидными и аридными климатическими поясами. В протогумидной климатической зоне формировались двухзональные профили карбонат-слюдистого состава (серпичит, вермикулит, хлорит) с единичными выделениями окислов железа, а в протоаридной – коры выветривания – эфемеры, сложенные продуктами начального изменения пород.

На рубеже раннего и позднего протерозоя суша ещё представляла собой примитивную пустыню, но главным образом с окислительной реакцией среды. Впервые возникли эукариоты, а в конце протерозоя отмечается широкое развитие многоклеточных и одноклеточных метазоо (Соколов, 1976). В результате наряду с химической формой миграции элементов в истории Земли появилась биогенная (Перельман, 1975), резко увеличилась интенсивность процессов образования кор выветривания. Дальнейшее понижение температуры приземного слоя атмосферы привело к образованию ареалов субгумидного, субаридного и суббореального климатов и развитию кор выветривания соответствующих типов литогенеза. Субгумидные климатические зоны, в отличие от протогумидных раннего протерозоя, были более влажными. С ними связано возникновение антоновых ландшафтов с примитивными наземными организмами. Однако в них все еще отсутствовали резко кислые среды, поэтому процессы гидролиза минералов не бы-

ли так интенсивны, как во влажных тропиках кайнозоя. В ландшафтах субгумидного тропического климата имелись условия для формирования в лучшем случае кор выветривания с трехзональным строением профилей главным образом гидросиллитного состава с окислами и гидроокислами железа и единичными выделениями минералов свободного глинозема в позднерифейских, вендских и раннепалеозойских.

В палеогене образовалась современная климатическая зональность: аридные и гумидные тропические и субтропические, бореальные, полярные климатические пояса. Возникли условия для развития кор выветривания соответствующих типов литогенеза, качественно отличающихся от кор предшествующих геохронологических этапов. Гумидные тропические и субтропические пояса характеризовались более высокой влажностью и развитием сплошного растительного покрова вечно зеленых растений. Резко возросла продуктивность наземных организмов. В результате атмосфера к кайнозоя в значительной степени очистилась от CO₂ и стала азотно-кислородной. Наряду с окислительными ландшафтами существовали восстановительные. Образовались предпосылки для развития как резко окислительных реакций, так и восстановительных. Кроме того, в ландшафтах влажных тропиков и субтропиков, вследствие разложения органического вещества, увеличилось содержание CO₂, свободного кислорода и органических кислот в почвенных и грунтовых водах; возросли их кислотность и агрессивность. Возникли благоприятные предпосылки для формирования латеритных и экстралатеритных кор выветривания. Приведенный материал свидетельствует об эволюции климатических условий их формирования в геологической истории от однообразного специфического прааридного типа литогенеза в архее до разнообразного гумидного, аридного, бореального и полярного – в конце фанерозоя (табл. 4).

2. По современным представлениям (Хаин, 1973; Шоу, 1980 и др.) в начальном этапе развития Земли – в аэое (5,0–4,6 млрд. лет назад) Земной коры ещё не было; формирование её началось в катархее. Температура поверхности Земли превышала 100°C, поэтому геологические предпосылки для образования кор выветривания отсутствовали. В позднем катархее (3,8–3,6 млрд. лет назад) появились первые центры стабилизации (Тугаринов, Бибилова, 1976) в виде небольших островных поднятий до десятков и сотен километров в поперечнике. Очевидно, ограниченные площади суши исключали возможность широкого развития кор выветривания и их продуктов в катархейском литогенезе.

В архее возникли куполовидные поднятия – эократоны (Хаин,

1977), сложенные гранито-гнейсовым субстратом (Смирнов, 1977; Гудвин, 1980 и др.) и области прогибания, имеющие много общего с геосинклиналями (Хаин, 1977; Горлов и др., 1977 и др.). Архейские эократоны не характеризовались типичными платформенными или геосинклинальными тектоническими режимами, в связи с чем были менее благоприятны для развития кор выветривания. Тем не менее возникновение крупных континентальных массивов впервые в истории геологического развития Земли создали предпосылку формирования кор выветривания.

В раннем протерозое возникли протоплатформы и прогеосинклинали (Павловский, 1970). Первые представляли собой сравнительно устойчивые крупные блоки континентальной коры, сложенные архейскими образованиями (Муратов, 1979). Вторые были сравнительно небольшими. На орогенной стадии их развития типичные геоантиклинальные поднятия не возникали (Муратов, 1979). Таким образом, в раннем протерозое появились предпосылки для образования кор выветривания протоплатформ и прогеосинклиналей. Кроме того, в связи с появлением локального протоплатформенного чехла, хотя и на весьма ограниченных площадях, впервые в геологической истории Земли стали формироваться коры выветривания и по осадочным породам древних плит.

К началу позднего протерозоя в основном оформились материковые массивы и геосинклинальные пояса. Древние платформы отличались высоким положением (Хаин, 1973; Муратов, 1979). В их пределах выделялись щиты и плиты, а в геосинклинальной области — прогибы и антиклинальные поднятия. Щиты и массивы древних платформ характеризовались относительно слабой контрастностью вертикальных движений. Это обуславливало благоприятную обстановку для развития кор выветривания с полизональным строением профилей. В геосинклинальных складчатых поясах и зонах, на заключительной орогенной стадии их развития размах вертикальных движений был невелик. Тем не менее тектонические движения, связанные с байкальской складчатостью вызвали активизацию на платформах. В результате возникли благоприятные условия для дренажа вод из профилей кор выветривания, миграции растворенных химических элементов и формирования полизональных кор выветривания в отдельных случаях с единичными включениями минералов свободного глинозема в верхней части зоны интенсивной глинизации.

В среднепалеозойско-кайнозойском этапе существовали типичные платформы, геосинклинальные складчатые пояса и зоны, а также эпиплатформенные орогены. По характеру тектонических условий образования кор выветривания в нем выделено два подэтапа.

Первый подэтап на одних платформах (Индостанская и др.) охватывает от среднего палеозоя до среднего эоцена включительно, на других (Туранская плита и др.) — от среднего палеозоя до олигоцена и раннего неогена. В результате раскалывания древнего фундамента платформ по рифтовым зонам образовались геосинклинали среднего палеозоя (Уральская, Северо-Тяньшаньская и др.), среднего и верхнего палеозоя (Южно-Тяньшаньская и др.), мезозоя (Средиземноморская и др.), которые в дальнейшем превратились в молодые платформы и стали ареной развития кор выветривания. С орогенной стадией формирования геосинклиналей данного подэтапа связано общее воздымание древних платформ и их активизация. В результате возникли условия для образования зональных кор выветривания гидросиаллитного состава в пределах положительных морфоструктур платформ и геосинклинальных складчатых областей (главным образом геоантиклинальных поднятий), а также латеритных кор выветривания в пределах эпиплатформенных орогенов. Второй подэтап на одних континентах соответствует эоцен-четвертичному. Его отличительная особенность — интенсивное проявление орогенных процессов, равным которым по размаху вертикальных движений не было во все предшествующие геологические эпохи. Процессы активизации охватили как древние и молодые платформы, так и геосинклинальные складчатые системы, в том числе альпийские. В связи с этим возникли предпосылки для интенсивного выноса растворенных химических элементов из профилей выветривания и формирования латеритных кор выветривания в пределах платформ и экстралатеритных — в эпиплатформенных орогенах.

Таким образом, в геологической истории Земли устанавливается эволюция структурно-тектонических условий формирования кор выветривания от догеосинклинальных до платформенных в катархее и эократонных в архее до типично платформенных, геосинклинальных складчатых систем и эпиплатформенных орогенов в кайнозое.

ГЛАВА VI. ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОРАХ, ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭВОЛЮЦИЮ ПРОЦЕССОВ ЛИТОГЕНЕЗА И ЭКЗОГЕННОЙ МИНЕРАЦИИ

В данной главе приводится характеристика изменения поведения калия, натрия, кремния, алюминия, железа, магния и других химических элементов в профилях послеархейских кор выветривания.

При изучении баланса калия в корях выветривания выявлено, что на рубеже архея и протерозоя этот элемент не испи-

тывал ни выноса, ни накопления. Это объясняется очень слабым развитием процессов химического разложения пород. В корях выветривания протерозоя он накапливался, а с кембрия — мигрировал. Наиболее интенсивный вынос его из профилей кор выветривания отмечен в позднем палеозое, среднем мезозое и позднем кайнозое (неоген). В геохронологическом плане смена положительного баланса калия отрицательным совпадает с появлением наземных организмов, усилением интенсивности процессов гидролиза и развития эвапоритовых формаций с калийными солями (Иванов, 1979; Жарков, 1981).

В результате исследования поведения натрия установлен общий вынос его из профилей кор выветривания с раннего протерозоя и в течение всех последующих геологических периодов. С выносом натрия из профилей кор выветривания архея и раннего протерозоя автор связывает образование осадочных пород, в результате метаморфизма превращенных в скаполитсодержащие. В рифее интенсивность выноса натрия из профилей кор выветривания возрастает; это коррелируется увеличением количества каменных солей в эвапоритовых формациях (Иванов, 1979; Жарков, 1981) фанерозоя.

Кремний, подобно натрию, из послепалеозойских кор выветривания главным образом выносился (от 12% — в раннем протерозое до 38–70% — в мезозое и кайнозое). С этим процессом связано образование осадочных пород основного состава — в раннем докембрии, кислого — в фанерозое.

Алюминий в начале протерозоя не подвергался миграции. Лишь от раннего рифея до среднего в большинстве случаев отмечается слабый вынос (от 2 до 12%) его из профилей кор выветривания. Со среднего рифея поведение алюминия в корях выветривания нестабильно: на одних участках он накапливался, на других — выносился. Начиная с девона — раннего карбона намечается накопление алюминия в профилях кор выветривания с возрастающей интенсивностью — в мезозое и кайнозое. С эпохами его миграции совпадает развитие корундитов, диаспоров в толщах протерозоя. Образование их автор связывает с хемогенным осаждением алюминия в виде карбонатов (давсонита) или оксидов. Формирование латеритных и экстралатеритных кор выветривания соответствует геохронологическим интервалам накопления его в профилях кор выветривания среднепалеозойско-кайнозойского этапа.

При изучении баланса привноса-выноса титана установлена миграция его из профилей кор выветривания раннего протерозоя, раннего и среднего рифея и привноса — в корях выветривания позднего ри-

фея и палеозоя. Поведение титана в корях выветривания мезозоя и кайнозоя крайне нестабильно: отмечается как интенсивный вынос, так и привнос. Изменение поведения его в разновозрастных корях выветривания обусловлено эволюцией гидрохимической обстановки их формирования в геологической истории.

Трехвалентное железо подобно титану, в нижней половине раннего протерозоя испытывало вынос из профилей кор выветривания, с верхней половины раннего протерозоя — привнос. Интенсивность накопления в профилях кор выветривания возрастает с рифея в среднем в 2–3 раза. Геохронологические рубежи изменения отрицательного баланса окисных соединений железа на положительный в общих чертах совпадают со стратиграфическими интервалами развития красноцветов. Поведение железа в корях выветривания согласуется с развитием экзогенных железорудных формаций разных генетических типов.

Поведение магния в корях выветривания резко отличается от железа, алюминия, калия. В нижней половине раннего протерозоя устанавливается в среднем положительный баланс этого элемента. С данным периодом связано образование магниевых вермикулитов в корях выветривания раннего протерозоя на юге Африки. Начиная с рифея намечается вынос магния из профилей кор выветривания. Изменение поведения его в корях выветривания от раннего докембрия до антропогена подтверждается многочисленными данными экзогенной аккумуляции его как в профилях кор выветривания, так и в бассейнах седиментации. Вынос магния из профилей кор выветривания с верхней половины раннего протерозоя обусловил формирование первых хемогенных морских доломитов и магнезитов (Сидоренко и др., 1981 и др.).

Кальций, в отличие от магния, выносился из профилей кор выветривания на протяжении всей послепалеозойской истории: менее интенсивно в раннем протерозое, более — в конце фанерозоя. Установлено закономерное развитие кальцийсодержащих осадочных пород с нарастающей интенсивностью: в архее — известняков, в протерозое и фанерозое — наряду с ними доломитов, магнезитов, гипса, ангидрита и др. Это вполне правомерно согласуется с общей тенденцией выноса кальция из профилей кор выветривания разных геохронологических этапов.

Следует подчеркнуть, что изменение характера миграции и концентрации основных породообразующих химических элементов обусловлено общей эволюцией обстановок формирования кор выветривания в геологической истории Земли.

Условия образования КВ	Основные геохронологические этапы формирования КВ				
	катархейский	архейский	раннепротерозойский	позднепротерозойско-раннепалеозойский	среднепалеозойско-кайнозойский
Тектонические	?	Эократон	Протоплатформы	Древние платформы	Древние и молодые платформы
	-	-	Протогеосинклинальные складчатые пояса	Древние геосинклинальные складчатые пояса	Типичные геосинклинальные складчатые пояса
	-	-	-	-	Эпи платформенные орогены
Климатические	?	Парааридный	Протоаридный	Субаридный	Аридный
	-	-	Протогумидный	Субгумидный	Гумидный
	-	-	-	Суббореальный	Бореальный
	-	-	-	-	Полярный
Биологические	?	Возникновение протобиот	Расцвет фотосинтезирующих организмов	Появление эукариот и широкое развитие метазоа	Широкое развитие наземных организмов

ГЛАВА VII. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕЙ АЗИИ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

На территории Средней Азии широко развиты коры выветривания мезозоя и кайнозоя. Изучены особенности состава, закономерности пространственного размещения и условия образования их. Результаты исследований по Средней Азии показали, что развитие кор выветривания в среднепалеозойско-кайнозойском этапе происходило в обстановке непрерывного изменения структурно-тектонических, палеоклиматических и геоморфологических условий. Это оказывало прямое влияние на строение и состав кор выветривания и их минерогенез. Исходя из результатов исследований в работе выделены площади перспективные на поиски полезных ископаемых, связанных с корами выветривания.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В геологической истории формирования кор выветривания выделяется пять последовательно сменявшихся геохронологических этапов: катархейский, архейский, раннепротерозойский, позднепротерозойско-раннепалеозойский, среднепалеозойско-кайнозойский.

2. Для катархейского этапа предполагается развитие продуктов конвергентных гидротермальных изменений пород. С архейским этапом связано формирование кор выветривания эфемеров в лучшем случае однозонального строения и примитивного состава. К раннепротерозойскому этапу относится формирование кор выветривания с одно- и двухзональным строением преимущественно однообразного карбонатно-слюдистого состава. Для них характерны единичные выделения окислов железа лишь начиная с рубежа 2 млрд. лет назад, соответствующего появлению свободного кислорода в атмосфере. Отличительной особенностью позднепротерозойско-раннепалеозойского этапа является развитие кор выветривания с двух- и трехзональным строением профилей, в отличие от предшествующих этапов, сложных, главным образом, глинистыми минералами из групп гидрослюд, цеолитов, каолинита, монтмориллонита и др. с широким участием гидроокислов железа. Устанавливаются спорадически включения минералов свободного глинозема только в корях выветривания позднего рифея, венда и раннего палеозоя. Развитие этих минералов происходило в автономных био ландшафтах с примитивными наземными организмами. В среднепалеозойско-кайнозойском этапе выделяется два подэтапа: донеогеновый и послепалеогеновый (неоген-антропогеновый). С первым связывается формирование латеритных кор выветривания с полизональным (трех-, четырехзональным) строением профилей, со вторым - экстралатеритных кор с сокращенным типом профилей.

3. Развитие кор выветривания в течение каждого из выделенных этапов соответствует определенной структурно-тектонической обстановке. Обосновывается переход от догеосинклинальных, доплатформенных условий формирования кор выветривания в катархее и эократонных в архее к протогеосинклинальным, протоплатформенным - в раннем протерозое, типично платформенным, геосинклинальным и эпи платформенным орогенным - в кайнозое. Показано полихронное образование различных геологических типов кор выветривания и последовательное усложнение строения их профилей (от однозональных на раннем этапе развития Земли до полизональных - на позднем).

4. Изменения в строении профилей и составе кор выветривания разных этапов связываются с эволюцией ландшафтно-климатических условий их образования. Подчеркивается, что в катаржейском этапе в связи с повышенным термическим режимом приповерхностной части Земли исключалась возможность образования кор выветривания сходных с архейскими, протерозойскими, фанерозойскими. С архейским этапом связывается формирование первых литогенетических типов кор выветривания специфического псааридного типа литогенеза. В раннепротерозойском этапе формировались коры выветривания протогумидного и протогумидного типов литогенеза; в позднепротерозойско-раннепалеозойском-субгумидного, субаридного и суббореального; в заключительном среднепалеозойско-кайнозойском этапе - коры выветривания аридного, гумидного, бореального, полярного и других типов литогенеза. Эволюция палеоклиматических условий и связанных с ними типов литогенеза обусловлена общим понижением температур во внешних оболочках Земли, постепенным возникновением климатической зональности (от однообразного климата в раннем докембрии до резко дифференцированных зональных типов климата в кайнозое), а также прогрессивным возрастанием влажности гумидных климатических зон и сухости аридных.

5. Исследования показали, что основным изохронным этапам развития кор выветривания в геологической истории Земли в общих чертах отвечают главные геохронологические рубежи появления и развития качественно новых организмов, изменения состава атмосферы и гидросферы: с появлением фотосинтезирующих организмов (прокариотических протобионтов) в начале архея совпадает развитие первых примитивных по составу кор выветривания эфемеров. К началу расцвета фотосинтезирующих организмов в первой половине раннего протерозоя относится развитие кор выветривания с зональным строением профилей. Формирование гидросиаллитных кор выветривания с профилями полизонального строения связывается с появлением эукариот и развитием примитивных одно- и многоклеточных наземных организмов. Геохимически дифференцированные латеритные и экстралатеритные коры выветривания образовались в палеозойский этап расцвета наземных растений и живых организмов. В этот же период возникли биоландшафты влажных тропиков и субтропиков. Эволюция климатических условий, живых систем и газового состава внешних оболочек Земли обуславливала возрастание интенсивности процессов гидратации и гидролиза, а появление в атмосфере свободного кислорода и увеличение его количества - развитие окислительных реакций и возрастание их роли в формировании кор выветривания в геологической истории.

6. При изучении баланса основных породообразующих и некоторых рудных элементов в разрезах кор выветривания, развитых по изверженным породам основного и кислого составов, установлены: в целом вынос части алюминия из профилей додевонских кор выветривания; общий вынос кремния и натрия из профилей кор выветривания в течение всего послепалеозойского времени с нарастающей интенсивностью от начала протерозоя к кайнозое; накопление калия в корках докембрия и вынос его в кембрии с нарастающей интенсивностью в течение последующих геологических периодов фанерозоя. Получены данные о преимущественном накоплении магния в профилях кор выветривания раннего протерозоя и вынос этого элемента с рифея. Железо до рифея в целом испытывало вынос, а затем накопление. Вместе с тем, с рубежа 2 млрд. лет назад отмечается накопление трехвалентного железа в профилях кор выветривания, это совпадает с периодом появления первых континентальных красцветов и развитием окисных минералов железа в корках выветривания. Показан преимущественный вынос титана из профилей кор выветривания раннего протерозоя и отчасти раннего рифея, а в последующие эпохи - интенсивный вынос и накопление. Нестабильность титана, особенно в корках выветривания второй половины фанерозоя, связывается с существованием ландшафтов с различными электрохимическими потенциалами среды: от резко восстановительных до резко окислительных.

7. С особенностями миграции и концентрации химических элементов устанавливается генетическая и временная связь эволюции экзогенного рудообразования. К геохронологическим этапам выноса алюминия, железа, калия, кальция, магния приурочено образование хемогенных бокситов, железистых кварцитов, калийных солей, известняков, доломитов и магнезитов, а к периодам накопления этих элементов в профилях кор выветривания - формирование латеритных бокситов, латеритных железных руд, калийсодержащих слоистых силикатов, карбонатов, а также сульфатов кальция, магния и других соответственно. Проявление первых экзогенных полезных ископаемых отмечается лишь в архее. В дальнейшем наблюдается увеличение разнообразия видов и типов их на пути к кайнозое.

8. На основании полученных данных по изменению состава кор выветривания и эволюции обстановок формирования их в геологической истории разработана новая классификация кор выветривания.

Список опубликованных работ по теме диссертации

М о н о г р а ф и я

1. Пак А. И. Мезозойские икайнозойские коры выветривания Западного Узбекистана. - Ташкент: Фан, 1978, - 156 с.

С т а т ь и

1. Пак А. И. Роль структурно-тектонических условий в формировании некоторых осадочно-инфильтрационных месторождений урана. - Узб. геол. ж., 1966, №5, с. 52-58.

2. Пак А. И. Типы и условия образования некоторых древних кор выветривания Западного Узбекистана. - Узб. геол. ж., 1969, №3, с. 56-59.

3. Пак А. И. К вопросу о генезисе уранового оруднения, связанного с залежами костных детритов ихтиофауны. - Записки Узб. отд. ВМО, 1973, вып. 26, с. 23-27.

4. Пак А. И. Эпигенетическая зональность и генезис месторождений урана в корях выветривания песчано-глинистых отложений. - В кн.: Металлогения и геохимия Узбекистана. Ташкент, 1974, с. 48-53.

5. Пак А. И. Гипергенная зональность и концентрация урана в корях выветривания гумидного литогенеза. - В кн.: Радиоактивные элементы в геологических процессах: Тез. докл. I Всесоюзного радиохимического совещания. Душанбе, 1975, с. 84-85.

6. Пак А. И. Тектоно-климатическая цикличность фанерозоя Западного Узбекистана и связанные с ней геологические процессы. - Узб. геол. ж., 1976, №1, с. 43-45.

7. Пак А. И. Основные этапы последевонского развития рельефа Западного Узбекистана. - Геоморфология, 1976, №3, с. 73-83.

8. Пак А. И. К вопросу о закономерностях размещения мезозойских бокситов Средней Азии. - Записки Узб. отд. ВМО, 1977, вып. 30, с. 17-20.

9. Пак А. И. Палеоклиматическая зональность Средней Азии и закономерности размещения мезозойских бокситов. - В кн.: Континентальный и прибрежно-морской литогенез. Новосибирск, 1977, с. 51-56.

10. Пак А. И. Особенности генезиса месторождений кор выветривания гумидных и аридных зон литогенеза. - Узб. геол. ж., 1979, №2, с. 61-65.

11. Пак А. И. Важнейшие особенности эволюции состава и условий образования кор выветривания в истории Земли. - Узб. геол. ж., 1981, №4, с. 61-68.

12. Пак А. И. Важнейшие особенности эволюции состава и условий образования кор выветривания в истории Земли. - В кн.: Эволюция осадочного процесса на континентах и океанах: Тез. докл. XII Всесоюзного геологического совещания. Новосибирск, 1981, с. 57-59.

13. Пак А. И. Эволюция химического состава кор выветривания в истории Земли. - Узб. геол. ж., №1, с. 40-45.

14. Пак А. И. Баланс титана в послепалеозойских корях выветривания пород кислого и основного составов. - Докл. АН УзССР, 1982, №2, с. 41-43.

15. Пак А. И. О минералого-геохимической зональности рудных месторождений меднопорфировых месторождений и кор выветривания Средней Азии. - Записки Узб. отд. ВМО, 1982, вып. 35, с. 120-125.

16. Пак А. И., Колдаев А. А. Особенности строения и условия образования древних кор выветривания габброидных пород хр. Кульджуқтау. - Узб. геол. ж., 1972, №4, с. 72-76.

17. Пак А. И., Колдаев А. А. О находке крупных залежей цеолитов в Западном Узбекистане (Бельтау). - Докл. АН УзССР, 1971, №12, с. 40-41.

18. Пак А. И., Колдаев А. А. Латериты и латеритные бокситы гор Ауминзатау. - Докл. АН УзССР, 1973, №10, с. 39-40.

19. Пак А. И., Колдаев А. А. Типы кор выветривания на средних и основных интрузивных породах. - В кн.: Перерывные и молассовые формации Средней Азии и их полезные ископаемые. Научн. тр. ТашГУ, 1980, вып. 618, с. 20-23.

20. Пак А. И., Колдаев А. А., Абдуллаев Э. Т. Уран в коре выветривания пород углеродисто-кремнистой формации района. - В кн.: Радиоактивные элементы в горных породах: Тез. докл. I Всесоюзного совещания по радиоактивным элементам в горных породах. Новосибирск, 1972, ч. I, с. 53-54.

21. Пак А. И., Колдаев А. А., Абдуллаев Э. Т. Некоторые закономерности концентрации золота в элювиальных образованиях. - В кн.: Перерывные и молассовые формации Средней Азии и их полезные ископаемые. Научн. тр. ТашГУ, 1980, вып. 618, с. 23-26.

22. Пак А. И., Колдаев А. А., Расулев Ш. К. Кора выветривания пород гранитоидного состава на территории Центральные Кызылкумов. - В кн.: Проблемы геологии. Научн. тр. ТашГУ, 1974, вып. 438, с. 196-200.

23. Пак А. И., Колдаев А. А., Касымов А. К., Нуруллаев Х. Н. Кора выветривания на альбских глинах в южных предгорьях Зирабулак-Зиатдинских гор (Зап. Узбекистан). - Узб. геол. ж., 1974, №4, с. 16-20.

24. Пак А. И., Нуруллаев Х. Н., Расулев Ш. К. Древняя кора выветривания на серпентинах гор Султануздага. - В кн.: Проблемы геологии. Научн. тр. ТашГУ, 1975, вып. 484, с. 108-111.

25. Пак А. И., Петров Н. П., Каржаув Т. К. Проблема поисков минерального сырья для алюминиевой промышленности Узбекистана. - Узб. геол. ж., 1971, №5, с. 16-19.

26. Пак А.И., Петров Н.П., Колдаев А.А. Некоторые типы кор выветривания в Западном Узбекистане. - В кн.: Геология, методы изучения и прогнозирования бокситов Средней Азии. Ташкент, 1972, с. 52-55.

27. Пак А.И., Пошеонов Е.Ф. О генезисе и динамике экзогенных концентраций урана в коре выветривания песчано-глинистых отложений. - Узб. геол. ж., 1977, №3, с. 99-101.

28. Пак А.И., Скачкова Л.А., Троненок Н.В. и др. О новых проявлениях бокситов в Узбекистане. - Докл. АН УзССР, 1976, №4, с. 50-51.

29. Пак А.И., Ярмухамедова М.Х. Перспективы поисков бокситов в нижнемеловых отложениях Кызылкумов. Тез. докл. межведомственного совещания по геологии бокситов Средней Азии. Ташкент, 1972, с. 28-29.

30. Пак А.И., Ярмухамедова М.Х. Алунитовые породы в меловых отложениях Центральных Кызылкумов. - Докл. АН УзССР, 1973, №3, с. 46-47.

31. Пак А.И., Ясколко Т.И., Колдаев А.А. О некоторых морфологических особенностях каолинитов в элювиальных корах выветривания. - Записки Узб. отд. ВМО, вып. 29, с. 74-75.

32. Пак А.И., Ясколко Т.И., Колдаев А.А. и др. Каолиниты кор выветривания и продуктов переотложения их в Западном Узбекистане. - Материалы XI Всесоюз. совещ. по изучению и использованию глин и глинистых минералов. М., 1976, с. 127-128.

33. Абдуллаев Э.Т., Пак А.И., Шаисламова М. Распределение урана, молибдена, ванадия и С орг. в докембрийских породах одного района. - В кн.: Радиоактивные элементы в горных породах: Тез. докл. I Всесоюзного совещания по радиоактивным элементам в горных породах. Новосибирск, 1972, ч. I, с. 81-82.

34. Арипов Э.А., Ахмедов К.С., Колдаев А.А., Миралимов А.М., Пак А.И. и др. Природные цеолиты Узбекистана. - Информационное сообщение, № 82, Ташкент, Фан, 1973, - 11с.

35. Колдаев А.А., Пак А.И. Натролит из Бельтау (Кульджуктау). - Узб. геол. ж., 1973, с. 75-76.

36. Колдаев А.А., Пак А.И., Котов Н.В. Структурные преобразования минералов в зонах коры выветривания Бельтау (Западный Узбекистан). - Записки ВМО, вторая серия, 1974, вып. 3, ч. 103, с. 382-388.

Колдаев А.А., Котов Н.В., Пак А.И. Бейделлит из коры выветривания Бельтау (Зап. Узбекистан). - В кн.: Металлогения и геохимия Узбекистана. Ташкент, 1974, с. 130-133.

38. Колдаев А.А., Пак А.И., Котов Н.В. Серии регрессивных трансформационных преобразований минералов в корах выветривания Бельтау (Зар. Кульджуктау, Зап. Узбекистан). - Докл. АН СССР, 1976, т. 227, с. 113-115.

PO5254 подписано к печати 16.06.82 заказ № 139 тир. 100 экз.
объем 1,6 п/л.

Отпечатано на ротапринте в ФБ АН УзССР Ташкент. Аллея парадов. I.