

# 11. Экзогенные месторождения

## Общие сведения об экзогенном рудообразовании

- К экзогенным относятся месторождения, образующиеся в верхней части литосферы в результате выветривания и осадконакопления под воздействием воды, атмосферных агентов и органической жизни. Первоначально происходит разрушение (дезинтеграция) пород и минералов, оказавшихся на поверхности, затем, под воздействием химических и физических процессов, формируются минералы и породы, устойчивые в новых - экзогенных условиях.
- **Главные факторы и условия образования экзогенных месторождений**
- ***Источниками вещества*** экзогенных месторождений ***являются древние месторождения или горные породы, содержащие различные полезные ископаемые в рассеянном виде.***
- Экзогенные месторождения образуются под воздействием ряда факторов.

# 1. Действие воды

- В процессах образования месторождений **ПИ** участвуют **поверхностные воды** – моря, озёра, болота, поверхностные водотоки (реки, ручьи, временные потоки) и **подземные воды**.

- Поверхностные воды участвуют в:

- - **разрушению горных пород и древних месторождений;**

- - **переносе полезных компонентов;**

- - **отложении их** в речных, озёрно-болотных или морских условиях на земной поверхности.

- Подземные воды выполняют аналогичные действия, но в приповерхностных условиях.

**В области циркуляции подземных вод**

**выделяется три зоны**

**(рис. 203):**

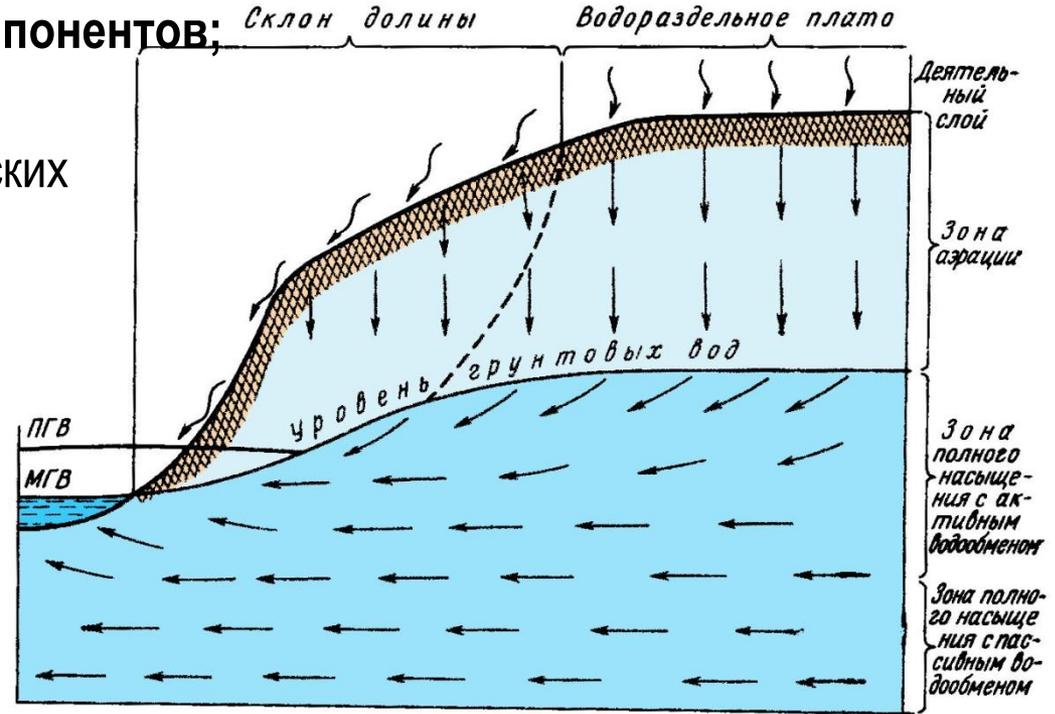


Рис. 203. Схема циркуляции подземных вод при благоприятных условиях инфильтрации осадков. По А. Лыкошину (с добавлениями)

МГВ — межениый горизонт речной воды; ПГВ — паводковый горизонт речной воды

## Продолжение «1. Действие воды»

- ▣ **1 - зона просачивания** (аэрации) - между поверхностью и уровнем грунтовых вод; здесь **дождевые воды**, богатые  $CO_2$  и  $O$ , **обладают резкой окисляющей и растворяющей способностью**, движутся вниз к уровню грунтовых вод и насыщаются солями; **это зона окисления или разложения**;
- ▣ **2 - зона истечения** (полного насыщения) находится под уровнем грунтовых вод; **воды не активны** (слабощелочные), имеют тенденцию горизонтального перемещения; это так называемая **зона цементации**;
- ▣ **3 - зона застойных вод** - воды не перемещаются и **не содержат свободного кислорода**; в этой зоне **происходит пассивный водообмен**.
- ▣ **Зона просачивания и аэрации с кислыми водами, обогащенными кислородом, является наиболее благоприятной областью для разрушения и последующей концентрации полезных компонентов.**

## 2. Климат и атмосферные агенты

- ▣ **Климат и атмосферные агенты определяют температурный режим**, который является одним из главных факторов экзогенного рудообразования. Колебания температуры (от +50 до - 50°) приводят к растрескиванию пород. Происходит это потому, что коэффициент расширения у разных минералов различен.
- ▣ **Наиболее сильно влияют при этом суточные колебания температуры, свойственные сухому климату пустынь и арктических областей.**
- ▣ **Очень велико воздействие воды при её замерзании. Давление замерзающей воды на стенки трещин составляет до 6000 кгс/см<sup>2</sup>.**
- ▣ **Условия гумидного климата характеризуются активной деятельностью воды.**
- ▣ Эти процессы протекают при атмосферном давлении.

### 3. Органическая жизнь

- ▣ **Органическая жизнь интенсифицирует экзогенные процессы и активно участвует в формировании ряда месторождений полезных ископаемых.**
- ▣ **Живые организмы регенерируют  $O_2$  и  $CO_2$ , поставляя важные агенты химического выветривания.**
  - ▣ **- Они разрушают корневой системой горные породы.**
  - ▣ **- Обладают свойством выборочной концентрации некоторых элементов и, отмирая, создают их скопления (*Fe, Mn, Ba, Al, Co, Li, Be*).**
  - ▣ **- Органическое вещество в различной его форме является источником полезных ископаемых (уголь, торф, фосфориты, известняк и др.).**

## 4. Рельеф местности

- ▣ **Физико-географические условия определяют характер воздействия различных факторов рудообразования.**
  - ▣ - в высокогорной местности преобладает физическое выветривание и разрушение;
  - ▣ - среднегорный рельеф определяет условия накопления материала.
- ▣ **Наиболее активна деятельность воды в долинных и придолинных участках рельефа, где наблюдается наибольшая водообильность, дренаж, глубина переработки материала.**

## Характер экзогенных процессов

- ▣ *Под действием экзогенных факторов и условий развития различных геологических процессов формирование экзогенных месторождений может идти в двух направлениях:*
  - ▣ *1) продукты выветривания, представляющие ПИ, остаются на месте или выносятся в область подземной циркуляции (месторождения выветривания);*
  - ▣ *2) часть материала захватывается поверхностными водами и уносится в растворенном виде или в виде частиц пород и минералов, которые затем отлагаются в речных, озёрных или морских условиях (осадочные месторождения).*

# Классификация экзогенных месторождений полезных ископаемых

- В соответствии с этими процессами среди экзогенных месторождений выделяются:
- **1. Месторождения выветривания:**
  - - обломочные,
  - - остаточные (коры выветривания),
  - - инфильтрационные,
  - - зон окисления.
- **2. Осадочные месторождения:**
  - - механические (россыпи),
  - - хемогенные,
  - - биогенные и биохимические.

## 11.1. Месторождения выветривания

- Это месторождения, которые образуются в процессе механического или химического разрушения пород под влиянием колебаний температуры, воды, газов, деятельности растительных и животных организмов с последующей концентрацией полезных компонентов в виде рудных тел.
- Прежде всего, происходит физическое выветривание. Оно особенно интенсивно в пустынях, арктических и субарктических областях, где резко колеблется температура.
- Формирование месторождений при выветривании происходит путём:
  - *- накопления ценных пород и минералов в элювии и делювии;*
  - *- растворения и выноса приповерхностными водами массы горных пород, не имеющих ценности, и накопления в осадке полезных компонентов;*

Продолжение на следующем слайде

## Продолжение

### «11.1. Месторождения выветривания»

- ▣ - растворения и выноса приповерхностными водами ценных компонентов, их инфильтрации и переотложения;*
- ▣ - обогащения ценными компонентами в процессе окисления ранее сформированных месторождений.*
- ▣ Соответственно среди месторождений выветривания выделяются:
  - ▣ 1 - обломочные (элювиальные и делювиальные);*
  - ▣ 2 - остаточные (коры выветривания);*
  - ▣ 3 – инфильтрационные;*
  - ▣ 4 – месторождения зон окисления.*
- ▣ Наибольшую ценность* имеют остаточные и инфильтрационные месторождения.

## Остаточные месторождения (коры выветривания)

- ▣ Это месторождения, представляющие собой продукты разложения, выщелачивания коренных горных пород под воздействием атмосферных агентов с образованием новых полезных ископаемых.
- ▣ *Наибольшее промышленное значение* имеют месторождения силикатных *Ni* руд, *бурых железняков, бокситов, каолинов*, а также *Au, Mn, апатита, талька, магнезита* и др.
- ▣ *Главными агентами* формирования кор выветривания В.И. Смирнов считал **воду, кислород, уголекислоту, жизнедеятельность организмов, температуру.**
- ▣ **Вода** осуществляет **растворение, перенос, отложение** продуктов в коре выветривания. Наиболее активна до уровня грунтовых вод, где она может обогащаться такими элементами, как *S, Cl, O*.
- ▣ **Кислород** (атмосферный, минеральных соединений) играет главную роль в процессах окисления.

## Продолжение «Остаточные месторождения (коры выветривания)»

- ▣ **Углекислота**, активно преобразует некоторые силикаты в карбонатные соединения, другие кислоты (органические, неорганические), которые активно участвуют в процессе окисления;
- ▣ **Жизнедеятельность организмов** интенсифицирует процесс преобразования горных пород при выветривании и придаёт ему специфическую биохимическую направленность.
- ▣ **Температура** изменяет растворимость газов в  $H_2O$  и, соответственно, скорость реакций разложения пород.
- ▣ ***По климатическим условиям наиболее благоприятны обстановки гумидного климата*** (рис. 53), для которых характерны:
  - ▣ - ***повышенные температуры;***
  - ▣ - ***обилие осадков;***
  - ▣ - ***усиленный распад растительных веществ.***

# Продолжение «Остаточные месторождения (коры выветривания)»

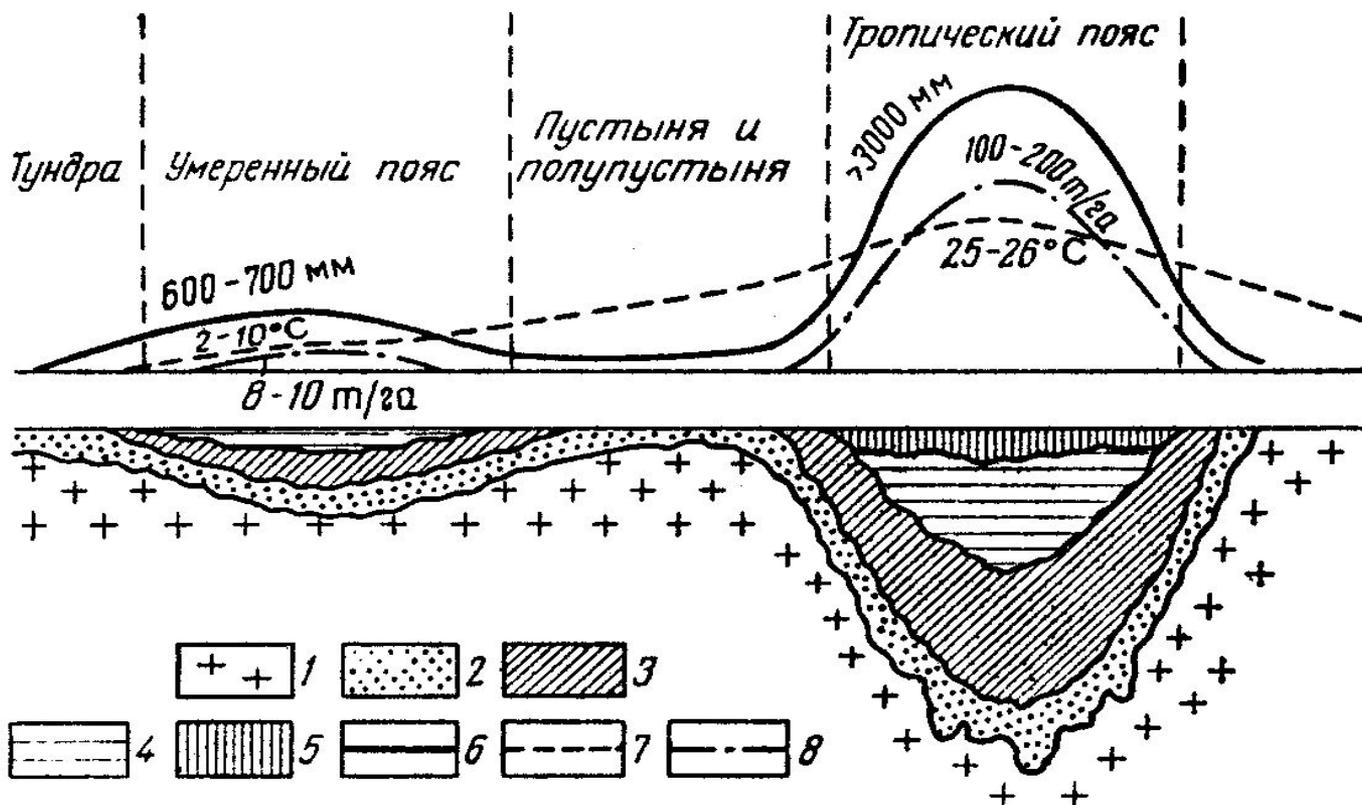


Рис. 53. Схема образования коры выветривания в умеренном и тропическом поясах Земли. По Н.М. Страхову.

1 - свежая порода; 2-5 - зоны: 2 - дресвы, 3 - гидрослюдистая, 4 - каолиновая, 5- охр; 6 - осадки; 7 - температура; 8- растительный отпад

# Типы кор выветривания

- 1. **Площадные** – коры выветривания перекрывают коренные породы, за счёт которых они образуются. Имеются переходы к коренным породам (рис. 54).
- 2. **Линейные** - возникают вдоль систем трещин в коренных породах и имеют форму жилообразных тел (глубина - десятки метров) (рис. 55).
- 3. **Приконтактные коры** - локализируются вдоль контакта. Часто это карстовые коры выветривания.

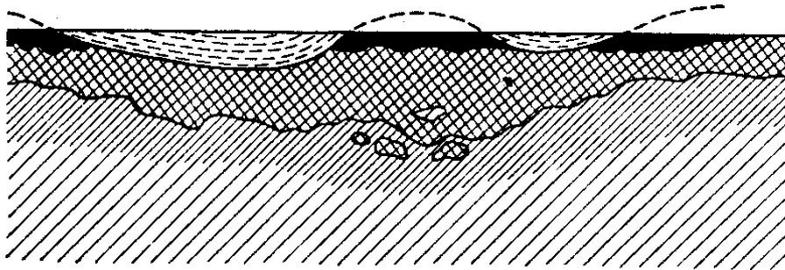


Рис. 54. Месторождение площадной коры выветривания на змеевиках (разрез)  
1 - покровные породы; 2 - охристо-глинистая порода; 3 - нонtronитизированный змеевик со скоплениями минералов никеля; 4 - разложенный змеевик со скоплениями минералов никеля; 5 — неразложенный змеевик

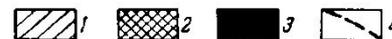
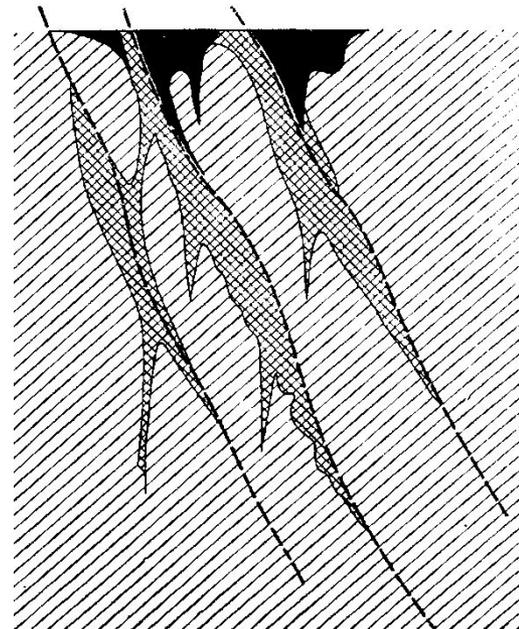


Рис. 55. Месторождение линейной коры выветривания в змеевиках (разрез)  
1 — неразложенный змеевик; 2 - выветрелый разложенный змеевик со скоплениями минералов никеля; 3 - охристо-глинистая порода; 4 — зона трещиноватости

# Распределение бокситов



## Профили коры выветривания

- В зависимости от условий разложения и миграции минеральной массы коренных пород разного состава возникают **коры выветривания разного профиля**. Они **отличаются по зональности**:
  - - **вертикальной**;
  - - **минеральной**;
  - - **химической**.
- В общем случае профиль коры выветривания определяется степенью разложения породообразующих минералов и поведением  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$

## Продолжение «Профили коры выветривания»

- По И. Гинзбургу, Б. Польшину, И. Седлецкому, *существует три модели* (профиля) *образования месторождений выветривания:*
- **1-й профиль:** насыщенный сиалитами или *гидролюдистый* - выветривание без существенной миграции  $SiO_2$ . Характерны гидратация, гидролиз. *Образуются гидрослюды, гидрохлориты.*
- **2-й профиль:** ненасыщенный сиалитами или *глинистый*; значительное количество  $SiO_2$  удалено из коры. Минералы: *каолинит, галлуазит, кварц.*
- **3-й профиль:** *латеритный* - полное разрушение связей  $SiO_2$  и  $Al_2O_3$ , интенсивная миграция  $SiO_2$  и накопление  $Al_2O_3$ , т.е. *бокситов.*
- Первый тип *не приводит к образованию месторождений.*
- При втором образуются месторождения глин, каолина.
- Третий тип отличается формированием всех важнейших остаточных месторождений.

# Главные рудные формации месторождений кор выветривания

- 1 – никелевая нонтронитовая (Урал, Казахстан).
- 2 – каолиновая (Украина).
- 3 – бокситовая и лимонитовая (Урал, рис. 57).
- 4 – железных руд по железистым кварцитам (КМА, Кривой Рог).



Боксит месторождения  
Красная Шапочка

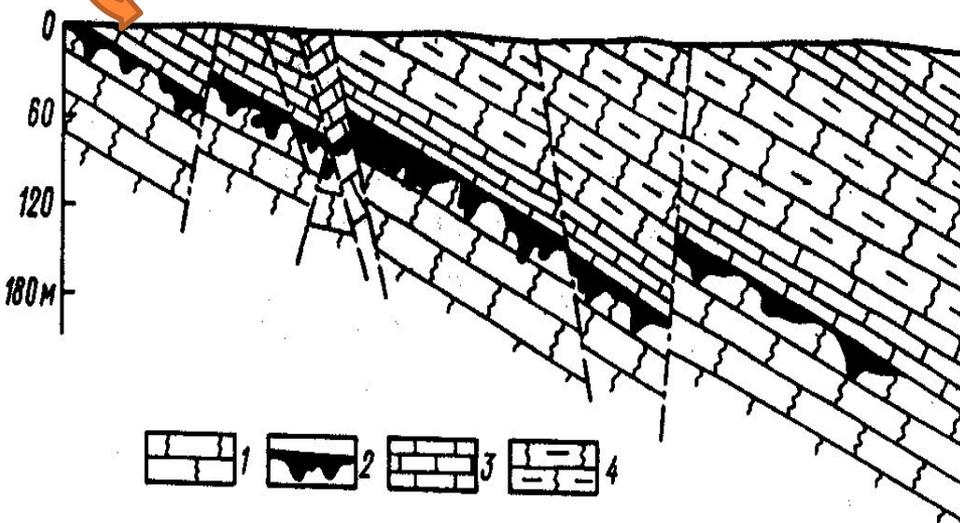


Рис. 57. Разрез пласта бокситов месторождения  
Красная Шапочка (Северный Урал)

1 – известняки массивные розовато-белые; 2 – бокситы; 3 – мергели; 4 – серые известняки



Месторождения Кривого Рога из космоса