

Гидроксиды

Гидроксиды

- Известно более 100 минеральных видов.
- Гидроксиды и оксигидроксиды – анионы – гидроксильная группа $(OH)^{-}$, O^{2-} ; дополнительные анионы - $(CO_3)^{2-}$, $(SO_4)^{2-}$, Cl^{-} , S^{2-} . Типична также кристаллизационная и абсорбированная H_2O .
- Преобладают минералы Fe, Mn, Al (40 % минеральных видов), Mg, $(UO_2)^{2+}$, Cu, V.
- Ионные радиусы O^{2-} и $(OH)^{-}$ близки. В гидроксидах ПУ образуют $(OH)^{-}$, а в оксигидроксидах - O^{2-} и $(OH)^{-}$ совместно. Меньшая валентность $(OH)^{-}$ по сравнению с O^{2-} в оксидах приводит к ослаблению связи анионов с катионами. Следствие – снижение твердости по сравнению с оксидами тех же элементов. Для гидроксидов типична водородная связь.

Гидроксиды

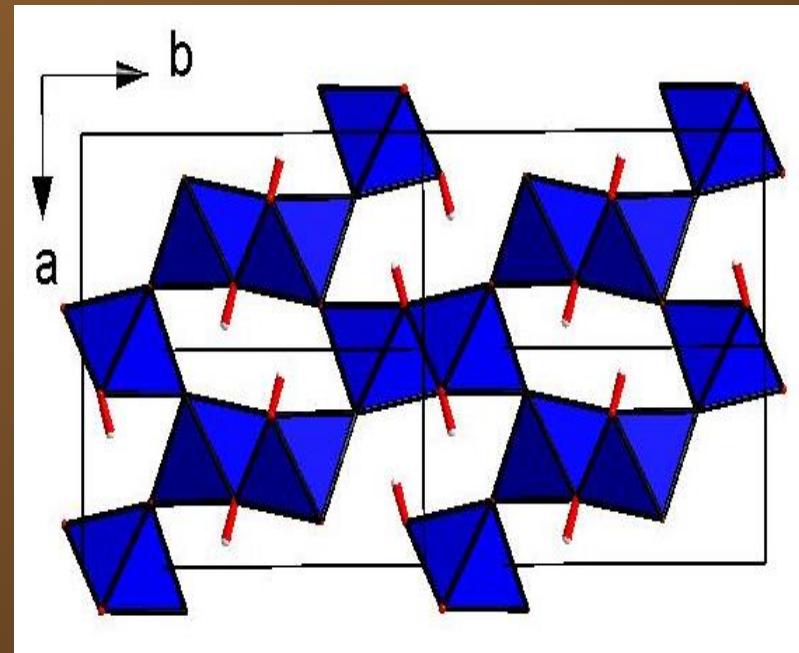
- Структуры – цепочечные или слоистые.
- Кристаллы призматические до игольчатых, таблитчатые. *Но чаще всего минералы представлены землистыми и натечными агрегатами, а также оолитами.*
- Большинство гидроксидов приповерхностные минералы – выветривание горных пород, зоны окисления рудных месторождений, процессы осадконакопления и диагенеза. Низкие температуры образования объясняют ограниченность изоморфизма. Благодаря тонкодисперсному состоянию для минералов характерны абсорбированные примеси.
- При метаморфизме гидроксиды переходят в более устойчивые оксиды.

Гидроксиды с цепочечной структурой

Диаспор AlO(OH) , гетит FeO(OH) , гроутит MnO(OH)

Ромбическая сингония.

Структура производная от структуры рутила. В основе структуры ГПУ из атомов O^{2-} , $\frac{1}{2}$ искаженных ОП заселена. Октаэдры образуют ленты из сдвоенных рутилоподобных цепочек.



Катионы в структуре связаны с кислородом сильной ионной связью. Ленты соединяются сильными водородными связями $\text{O-H}\cdots\text{O}$.

Минералы с такой структурой характеризуются наибольшей твердостью.

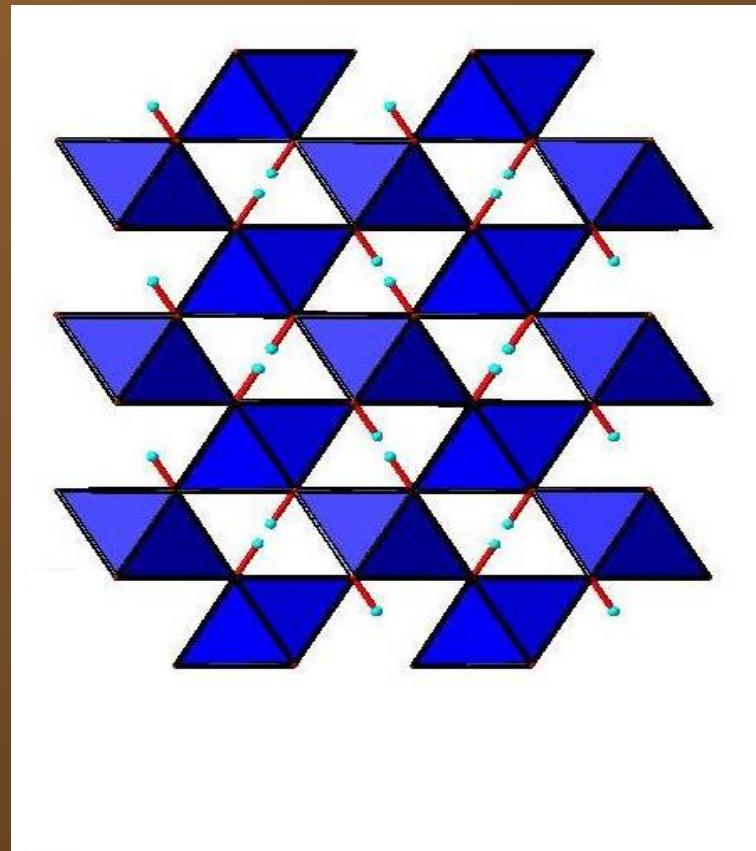
Гидроксиды с цепочечной структурой

Манганит MnO(OH)

Моноклинная сингония

Структура производная от структуры рутила. В сильно искаженной ПГУ атомов O²⁻ цепочки из реберно-связанных октаэдров MnO₆ вытянуты вдоль оси с и соединены вершинами.

В отличие от рутила октаэдры в манганите сильно искажены, и ось 4 порядка не возникает. Водород групп (OH) расположен в осевой части каналов на месте вакантных октаэдров.



Гетит

Назван в честь В.Гете.

Формы выделения –
кристаллы (редко),
натечные агрегаты
(«бурая стеклянная
голова»), пористые и
землистые агрегаты,
оолиты.



<http://geo.web.ru/druza/>

Гётит. Володарск-Волынское
пегматит. поле, Украина.



<http://geo.web.ru/druza/>

Гётит. Бакал, Ю. Урал

Гетит

Микровключения гетита – распространенная причина возникновения аллохроматической окраски во многих минералах и горных породах.



<http://geo.web.ru/druza/>

Гетит в халцедоне. Монголия.



<http://geo.web.ru/druza/>

Агат с включениями гематита и гётита (совместный рост со слоями агата).
5 см. Монголия.

Гётит



Гётит в кварце, п-ов
Мангышлак, Казахстан.



Аметист с
включениями гётита

Образование гетита

- Гетит – широко распространенный и характерный минерал зоны гипергенеза рудных месторождений, богатых сульфидами железа или сидеритом. В ассоциации с лепидокрокитом, а также гематитом – главный минерал гипергенных (в том числе осадочных) руд.
- Гипогеный гетит – пегматиты, гидротермальные образования, низкоградный метаморфизм (агаты).
- При метаморфизме переходит в гематит.

Диаспор

- От греческого «диаспора» - рассеивание, из-за растрескивания на мелкие кусочки при нагревании.
- *Отмечаются изоморфные примеси Fe³⁺ (до 11 %) и Cr³⁺ (до 6,5 %).*
- Обычно белый или бесцветный. Примесь Fe – бурый, красноватый; Cr – смена цвета от зеленого до красного (александритовый эффект).
- *Обладает максимальной твердость среди гидрооксидов – 6,5 – 7.*



Cr -диаспор. Становой хр., Ю. Якутия.



Щетка пластинчатых кристаллов Cr-диаспора в трещине массивного хромита, Сарановское м-е

Диаспор

Пластинчатые, листоватые, чешуйчатые агрегаты.
Тонкодисперсные выделения в
бокситах. Редко уплощенные или
игольчатые кристаллы.



Крупный (более 15 см) кристалл диаспора. Турция.
Нац.музей "Земля и люди"(София).



Кристалл (5 см) диаспора
ювелирного качества. Турция.

Диаспор

Диаспор – единственный представитель класса гидроксидов, который используется в ювелирном деле как ограночный материал (торговое название - султанит).



Диаспор

Образование диаспора:

- Десилицированные породы (вместе с корундом)
- Диаспор установлен в гидротермальных образованиях генетически связанных с грейзенами
- Вторичные кварциты (в ассоциации с другими минералами Al – корундом, алюнитом, каолинитом, топазом и др.)
- Диаспор – составная часть бокситов
- Метаморфические породы, в том числе метаморфизованные бокситы (корунд, диаспор)

Гроутит и манганит

Гроутит – относительно редок

Манганит – наиболее распространенный гидрооксид Mn

Натечные, сплошные и землистые агрегаты, редко столбчатые кристаллы

Гидротермальный, коры выветривания, осадочный, Fe-Mn конкреции



Манганит. Китай.



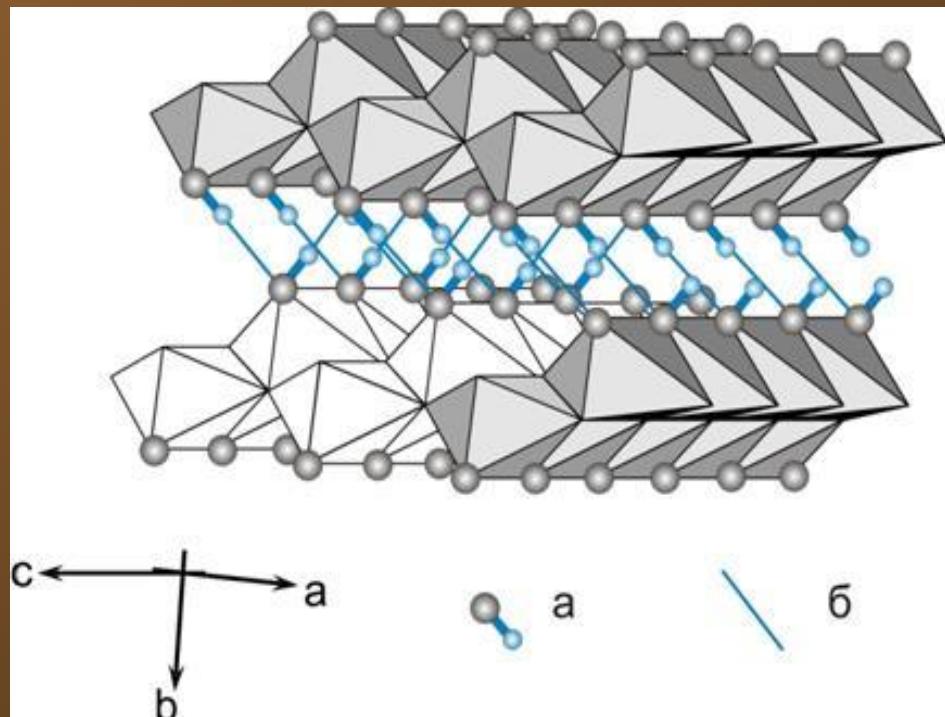
Манганит. Тюрингия, Германия. Колл.
П.А. Кочубея.

Гидроксиды со слоистой структурой

Бемит AlO(OH)

Лепидокрокит FeO(OH)

Искаженная ПКУ O^{2-} и OH^- . Половина ОП заселена Al^{3+} (Fe^{3+}). Параллельно оси с образуются рутилоподобные цепочки, объединяющиеся в двойные волнистые слои параллельно (010). Слои между собой связаны слабой водородной связью (б), по ним проходит спайность по (010).



Бемит AlO(OH) и лепидокрокит FeO(OH)

Лепидокрокит. Рубиново-красная окраска! Часто образует включения в кварце, агатах.

Кристаллы редки.

Гидротермальные жилы, коры выветривания, осадочный. При метаморфизме переходит в гематит.

Бемит. Кристаллы редки.

Гидротермальное изменение фельдшпатаидов.

Бокситы.

При метаморфизме переходит в корунд и диаспор.



Лепидокрокит в срастании с гематитом



Лепидокрокит в кварце

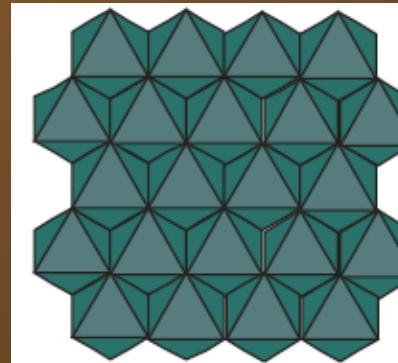
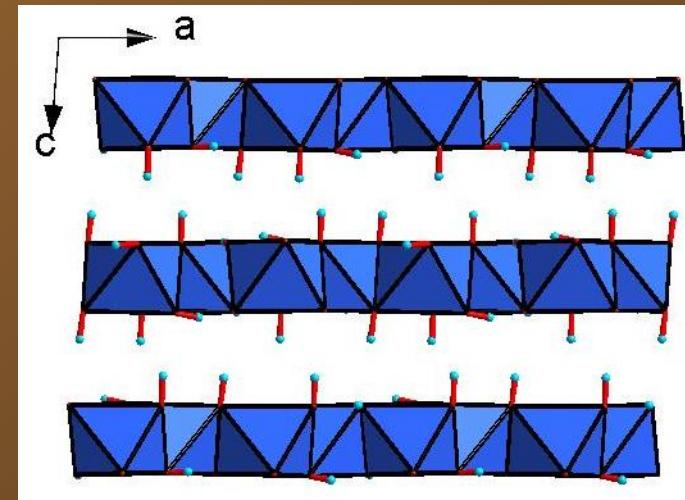
Гидроксиды со слоистой структурой

Гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$, амакинит
 $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})(\text{OH})_2$, брусит
 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, пирохроит $\text{Mn}(\text{OH})_2$

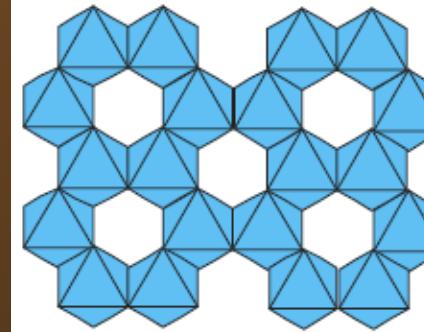
ПГУ из $(\text{OH})^-$. ОП заселены
через слой.

Амакинит, брусит и пирохроит –
триоктаэдрические минералы,
гиббсит – диоктаэдрический.

Следствием слоистой
структуре минералов является
их весьма совершенная
спайность и низкая твердость.



брусит $\text{Mg}(\text{OH})_2$
триоктаэдрический
слой



гиппсит $\text{Al}(\text{OH})_3$
диоктаэдрический
слой

Гиббсит (син. гидрагиллит)

- По составу обычно отвечает $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Скрытокристаллические агрегаты от землистых до форфоровидных, оолиты. Редко – таблитчатые слюдоподобные кристаллы.
- Известен в вулканических возгонах. Редко гидротермальный. Гидротермальное изменение фельдшпатаидов (составная часть шпреуштейна). Бокситы.

Брусит

- Типичны изоморфные примеси Mn^{2+} (до 18 %) и Fe^{2+} (до 16 %). Отмечаются примеси Zn, Ca, Fe^{3+} .

Брусит

Брусит – типичны плотные мелкочешуйчатые, пластинчатые агрегаты. Редко – таблитчатые кристаллы.

Параллельно-волокнистые агрегаты – *немалит*.

Брусит. Баженовское м-ние.
Ср. Урал



Брусит (немалит). Якутия.



Образование брусита

- Брусит – типичный минерал серпентинизированных ультраосновных пород.

Образуется при Т меньше 400°C.

- Магнезиальные скарны и контактово-метаморфические породы (бруситовые мрамора)



Для брусита, образующего псевдоморфозы по периклазу характерно волнистое строение – результат деформаций вследствие увеличения объема (почти на 40 %) при замещении

- Легко изменяется в гидротермальных условиях и при выветривании с образованием карбонатов или силикатов Mg.

Агрегаты гидроксидов Fe, Al и Mn

Лимониты (от греч. leimon — луг; сырое место) или
бурые железняки — мелкозернистые до скрытокристаллических смеси гетита, лепидокрокита, гидрогематита, а также гидроокислов Al, Mn и глинистых минералов.

Образуются в экзогенных условиях при разложении пирита и др. железосодержащих сульфидов, сидерита, железистых силикатов и др. Встречается в образованиях типа железных шляп, латеритов, болотных руд и др. Образует крупные промышленные месторождения железных руд хорошего качества.

Природная краска.

Лимонит



ОП723
ЛИМОНИТ Гидроксиды Fe,
в основном Гётит Goetite - $\text{Fe}^{3+}\text{O(OH)}$
по ПИРИТУ Pyrite FeS_2

<http://geo.web.ru/druza/>



Агрегаты гидроксидов Fe, Al и Mn

- Псиломелан – обобщающий термин для смеси массивных окислов и гидроокислов марганца с высокой плотностью.
- Вад - обобщающий термин для смеси окислов и гидроокислов марганца с низкой твердостью и плотностью.
- Образуются в корах выветривания рудных месторождений (вместе с лимонитом), гипербазитов, метаморфических пород. Осадочные марганцевые руды.

Агрегаты гидроксидов Fe, Al и Mn

Бокситы - от назв. местности Ле-Бо (Lex Baux), на юге Франции, где впервые обнаружены их залежи.

Главные минералы бокситов: гиббсит, диаспор, бёмит, гётит, лепидокрокит. Присутствуют каолинит, шамозит, хлориты, рутил, анатаз, ильменит, сидерит, кальцит, слюды.

По внешнему виду бокситы весьма разнообразны. Цвет их обычно красный, буровато-коричневый, реже серый, белый, жёлтый, чёрный.

По *агрегатному состоянию* выделяют бокситы плотные (каменистые), пористые, землистые, рыхлые и глиноподобные; по *структурно-текстурным признакам* — однородные, обломочные (пелитовые, песчаниковые, конгломератовые), конкреционные (оолитовые), колломорфные, слоистые и т.д.

Бокситы

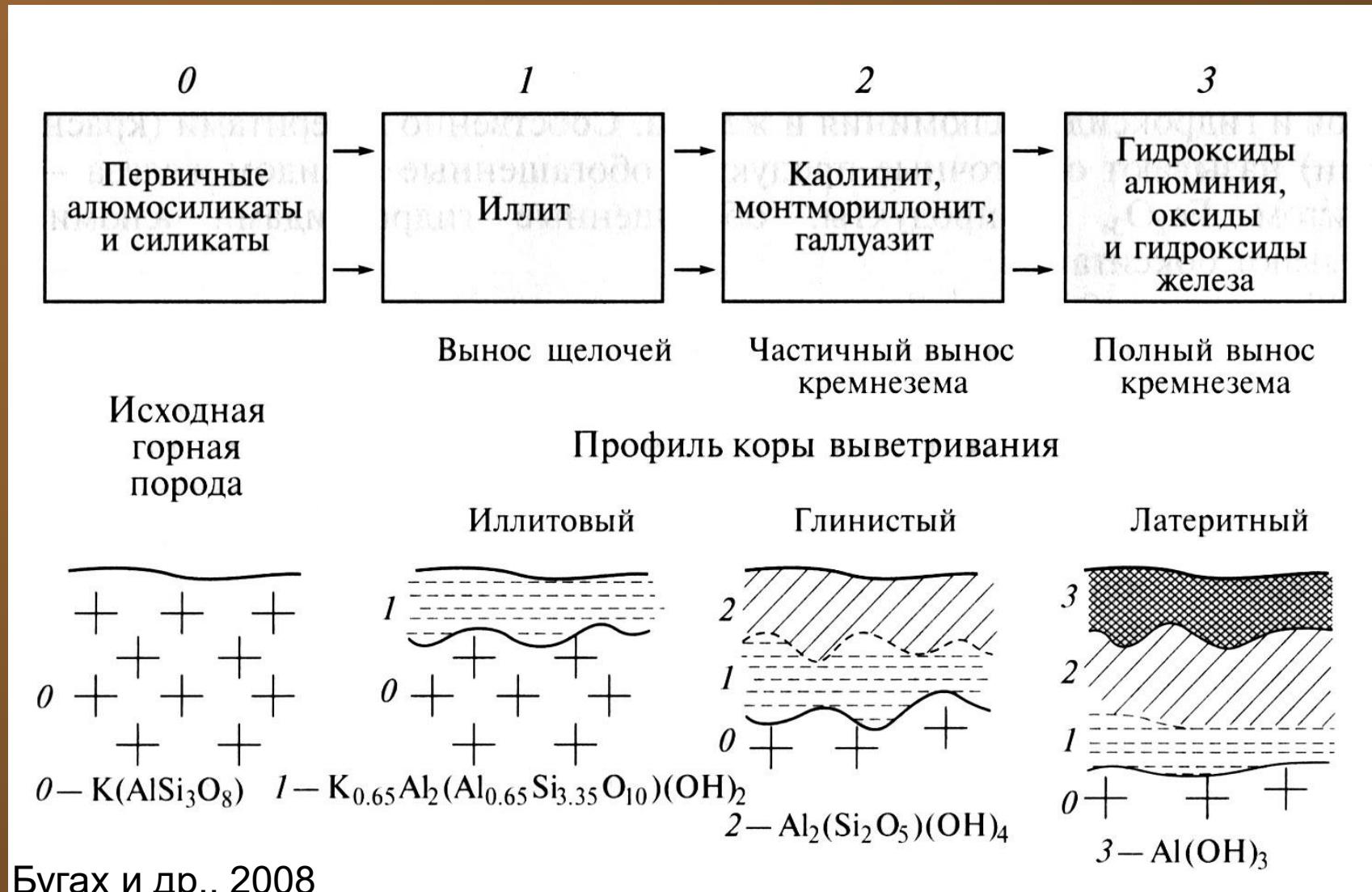


Бокситы с оолитовой текстурой

Бокситы

- Бокситы образуются или в результате глубокой химической переработки (латеритизации) алюмосиликатных пород в условиях влажного тропического климата (латеритные или остаточные бокситы) или в результате переноса продуктов латеритного выветривания и их переотложения (осадочные бокситы).
- Бокситы образуют пластообразные и линзообразные тела изменчивой мощности. Нередко залежи состоят из нескольких (в вертикальном разрезе) линз. Качество латеритных бокситов обычно высокое, в то время как осадочные бокситы характеризуются вариацией качества руд.
- Бокситы известны в отложениях от протерозоя до современности. Латеритные бокситы чаще имеют кайнозойский возраст и развиты в тропических странах.

Последовательность формирования латеритной коры выветривания



Бокситы

К латеритным корам, образующимся в результате длительного выветривания аллюмосиликатных пород в условиях жаркого влажного климата, приурочено около 90 % мировых общих запасов бокситов.

Самыми большими общими запасами обладают Гвинея, Австралия, Бразилия, Вьетнам, Индия, Индонезия. В недрах этих шести стран заключено почти 2/3 общих запасов бокситов.

Россия не обладает достаточными запасами бокситов, её доля в мировых запасах этого сырья не достигает и 1 %.

В России месторождения бокситов расположены на Северном Урале, в Ленинградской обл., на Тимане.

