Гипергенез и почвообразование

Гипергенез

- Процесс разрушения горных пород на поверхности Земли под влиянием воды, воздуха, колебаний температуры и жизнедеятельности организмов обычно называют выветриванием— гипергенезом.

Различают два типа выветривания:

- 1) физическое, или механическое,
- 2) химическое.

Гипергенез

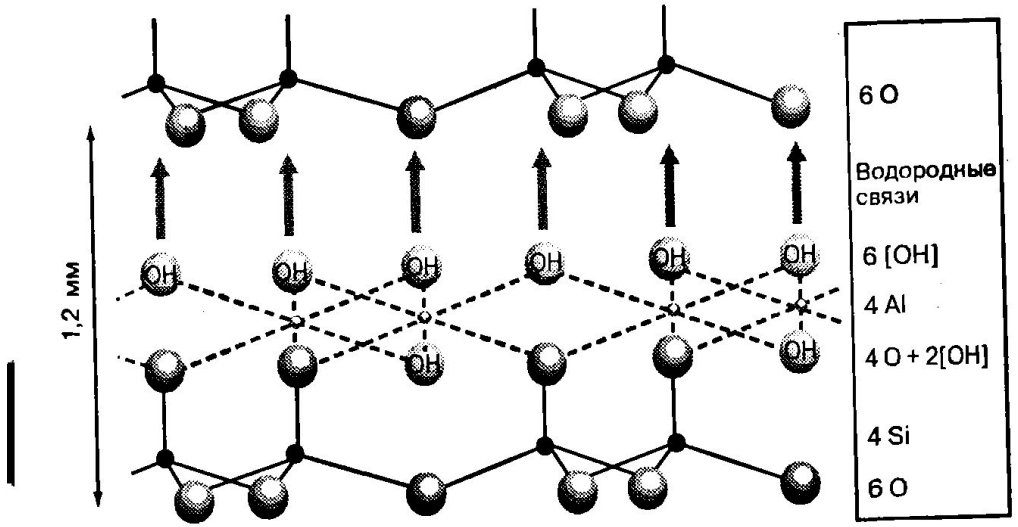
- *Физическое выветривание* приводит к чисто механическому разрушению пород.

Колебания температуры, морозное выветривание и солевое растрескивание пород

Химическое выветривание — разрыхление коренных пород под действием O_2, CO_2, RCOOH (химсостав меняется ?)

- Из силикатных пород возможно образование глинистых минералов.
- Пример –образование каолинита из полевого шпата (ортоклаза) :
- $4K[AlSi_3O_8] + 4H_2O + 2CO_2 \rightarrow 2K_2CO_3 + 8SiO_2 + Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$.

$K[AlSi_3O_8]$



каолинит

Факторы, влияющие на скорость гипергенеза

- рельеф местности,
- климат (осадки, температура),
- состав воды,
- тип материнской породы,
- кинетика реакций отдельных минералов,
- биотические факторы (RCOOH)

Температура

- Скорость выветривания (гипергенеза) за счет температуры в тропиках (среднегодовая 20 °С) будет примерно в 4–6 раз выше, чем в умеренно-северных широтах (в Республике Коми 1,1 ºС).

Водный режим

- недостаток воды (как реагента);
- образование корочки эвапоритных минералов, карбонатов, гипса, образующихся на поверхности
- низкая кислотность вод, обусловленная низкой концентрацией органических кислот
- Эти факторы снижают скорость гипергенеза

Тип горной породы.

Ряд силикатов (S)

- «кварц (каркасный S) → слюда мусковит (слоистый S) → слюда биотит (слоистый S) → амфибол (S с двойной цепочкой → пироксен (цепочечный S) → оливин (мономерный S)».

Ряд алюмосиликатов

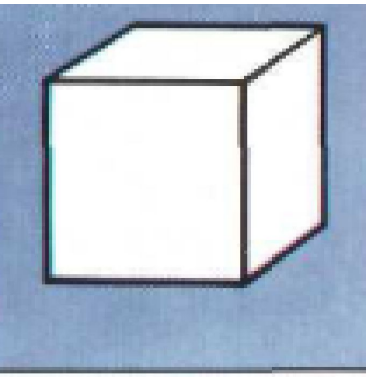
- для полевых шпатов (ПШ) скорость возрастает в ряду «калиевый ПШ → натриевый ПШ → кальциевый ПШ».

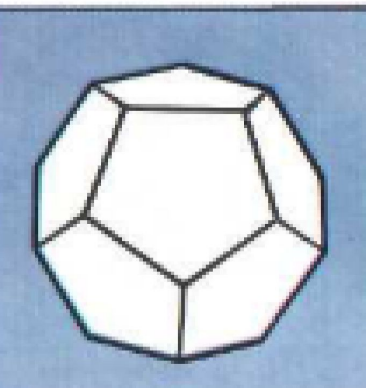
Механизмы химического выветривания

Простейшая реакция выветривания — это растворение минералов.

$$NaCl(тв) + H_2O \rightarrow Na^+ + Cl^- + H^+ + OH^-.$$

Окислительно-восстановительные реакции





С участием свободного кислорода

$2FeS_2(тв) + 7{,}5O_2 + 7H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3(тв) + 4H_2SO_4$.

Сульфиды, в том числе пирит FeS_2 встречаются в рудных жилах и угольных отложениях.

Окисление на примере железосодержащих цепочечных силикатов (пироксены):

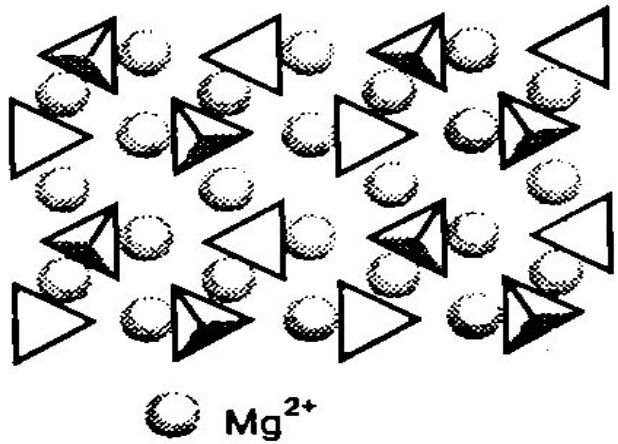
Fe_2SiO_4 (тв) + 0,5O_2(г) → 2$Fe(OH)_3$(тв) + H_4SiO_4(водн)

H_4SiO_4 кремниевая кислота

$Fe(OH)_3$ —при дегидратации дает гематит Fe_2O_3 и гетит FeOOH.

Присутствие воды ускоряет окислительные реакции.

Упрощенная структура оливина



Оливины реагируют точно также, как другие орто-силикаты

- Органическое вещество почв также окисляется (микроорганизмы).
- Важный процесс с точки зрения усиления кислотности почв (от 5, 6 до 4–5).
- Продукты частичного разрушения обладают карбоксильными и фенольными группами, которые при диссоциации дают ионы Н+:
- Кислотность ускоряет разрушение большинства силикатов в процессе кислотного гидролиза.

Кислотный гидролиз

- Реакцию между минералом и кислыми агентами выветривания обычно называют *кислотным гидролизом*.

$$CaCO_{3(тв)} + H_2CO_{3(водн)} \leftrightarrow Ca^{2+}_{(водн)} + 2HCO^{-}_{3(водн)}.$$

- Избыток CO_2 способствует прямой реакции, недостаток CO_2 стимулирует обратную реакцию и осаждение $CaCO_3$. Образующиеся в пещерах сталактиты и сталагмиты являются примером осаждения CaCO3, вызванного дегазацией CO_2 из грунтовых вод.

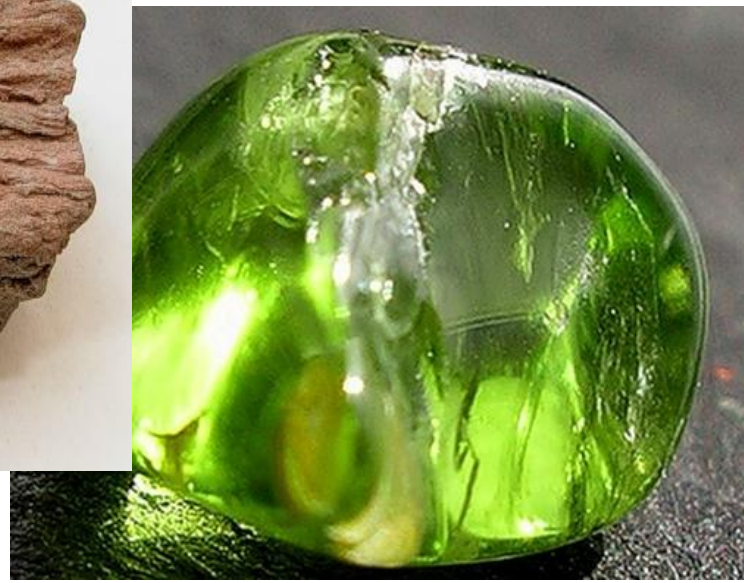
Кислотный гидролиз оливина

$$Mg_2SiO_{4(тв)} + 4H_2CO_{3(водн)} \rightarrow 2Mg^{2+}_{(водн)} + 4HCO^-_{3(водн)} + H_4SiO_{4(водн)}.$$

Хризолит (перидот)

Оливин (из вулкана)

Оливин хризолит (из карьера)



Кислотный гидролиз приводит к тому,
что поверхностные воды имеют нейтральную реакцию
и преобладающим ионом является HCO_3^-

Особенности гипергенеза некоторых минералов.

- Наименее устойчивы силикаты, структуру которых образуют изолированные кремнекислородные тетраэдры, соединяющиеся катионами железа и магния (оливины).
- Чуть более устойчивы силикаты с одинарными цепочками кремнекислородных тетраэдров (пироксены),
- затем с двойными цепочками (роговые обманки),
- далее с листовыми структурами (слюды).
- Затем каркасные - устойчивость зависит от размера катиона (Ca^{2+}, K^{+}, Na^{+}).
- Наиболее устойчив монокристалл кварца.