ВЫВЕТРИВАНИЕ

Содержание:

1. Общие сведения о литогенезе. Стадии литогенеза.
2. Выветривание (гипергенез). Факторы выветривания.
3. Типы выветривания.
4. Влияние биоклиматических условий на процессы выветривания.
5. Кора выветривания.
6. Экологическая роль процессов выветривания.

1.Общие сведения о литогенезе. Стадии литогенеза.

Верхний слой океанской и континентальной земной коры сложен осадочными породами. Совокупность процессов, приводящих к образованию осадочных пород - ***литогенез***.

Стадии литогенеза:

Выветривание (гипергенез)

Перенос продуктов гипергенеза

Седиментогенез

Диагенез

2. Выветривание (гипергенез). Факторы выветривания.

Выветривание - англ. слово погода – ***weather***

- процесс разрушения и изменения горных пород и минералов в приповерхностных условиях под воздействием физико-химических факторов атмосферы, гидросферы и биосферы.

Гипергенез - греч. «гипер» - над, сверху.

Факторы выветривания

Климатические - тепло (приходно-расходный баланс лучистой энергии), степень увлажнения (водный режим)

Химические - воздействие воды и газов (кислород, углекислота и др.)

Биологические (органические) - воздействие веществ, образующихся при жизнедеятельности животных и растений, при их отмирании и разложении.

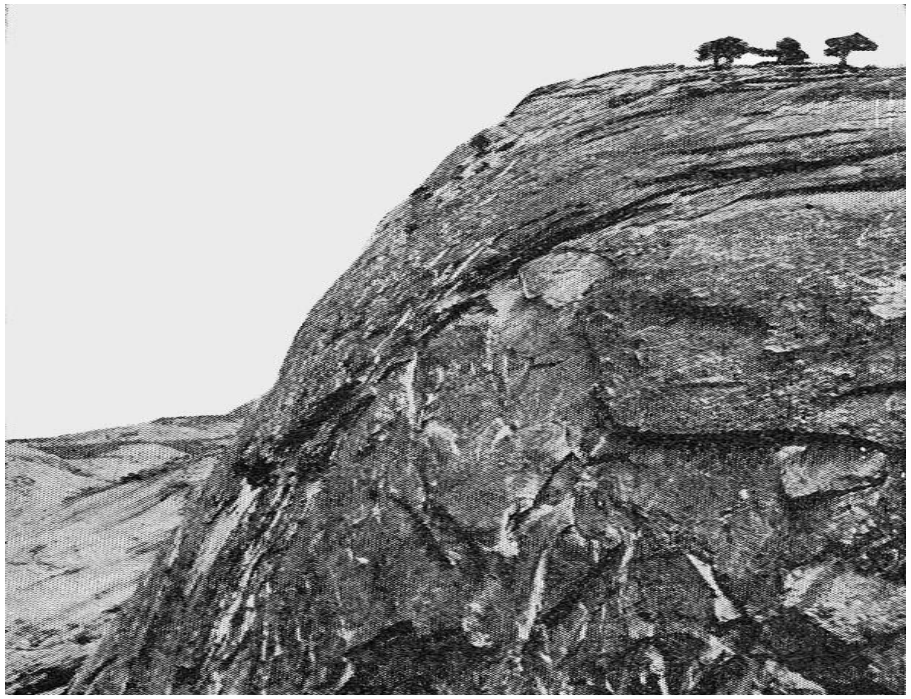
В зависимости от преобладающего фактора разрушения горных пород различают **3 типа выветривания**

ФАКТОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

тип	**выветривание**		
класс	**физическое**	**химическое**	**органическое**
вид	**Температурное** **Механическое** **-**Морозное - Кристаллизация солей - Электрические явления	**Окисление** **Растворение** **Гидратация** **Гидролиз**	**Разложение** **Механическое разрушение** **Образование органо-генных минеральных ных соединений**

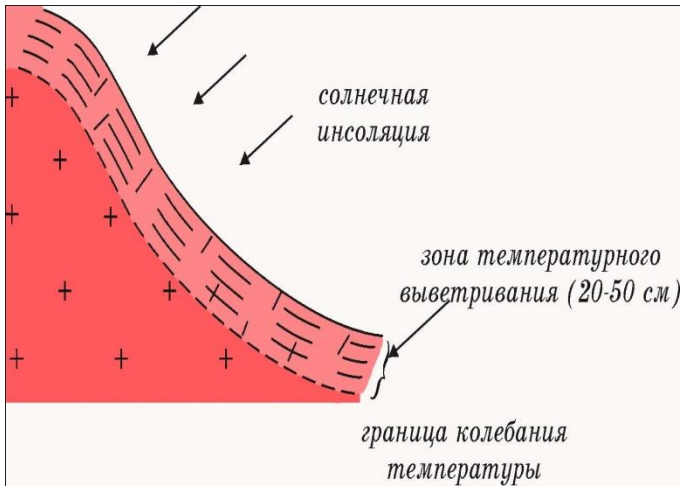
3.1 ФИЗИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ пород происходит без изменения их химического состава. Порода разрушается с постепенным уменьшением размера обломков.

- **Виды физического выветривания:** Температурное, механическое



- Температурное выветривание - главный фактор разрушения – колебания температуры (сезонная и суточная)

Десквамация – (шелушение) частный случай температурного

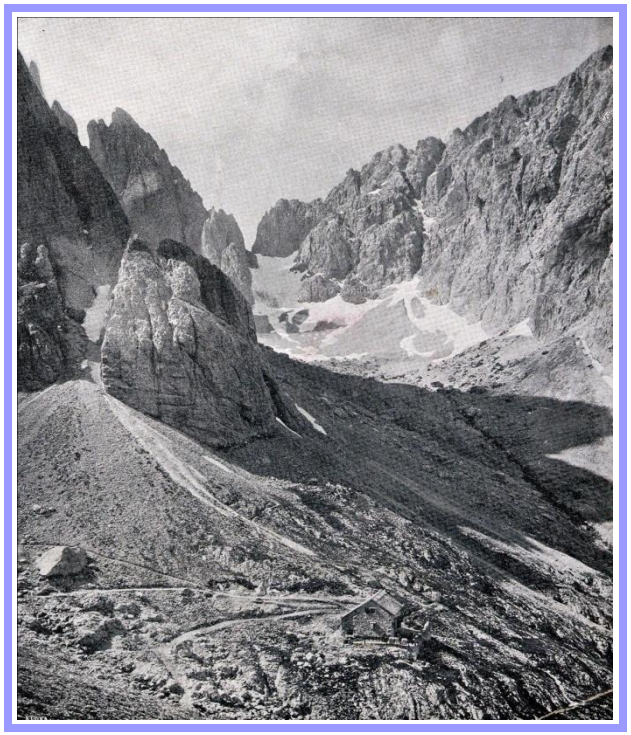


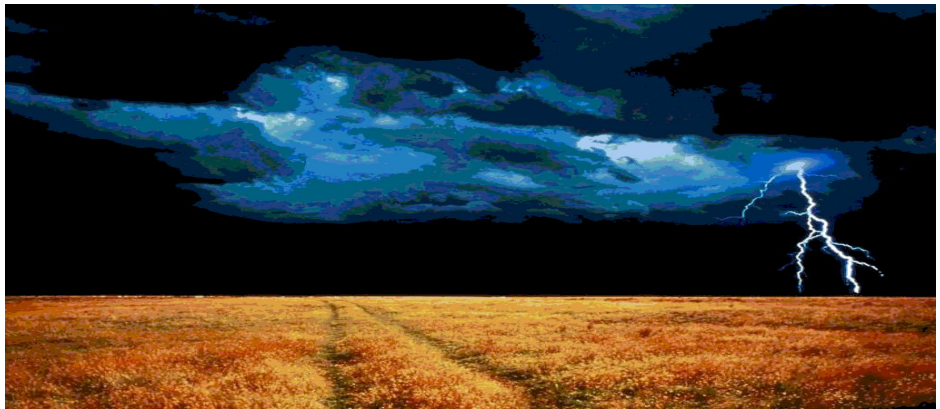
Механическое выветривание

Морозное выветривание **-** разрушение пород происходит под воздействием замерзающей воды (объем льда увеличивается на 9%), которая проникает в трещины и поры в высоких широтах и в горных странах выше снеговой линии.

Кристаллизационное выветривание проявляется в пустынях при испарении за счет выпадения на стенках трещин растворенных в воде солей.

Электрические явления **-** разрушение поверхности пород происходит электрическими разрядами во время грозы.





Твердые продукты выветривания

Глыбы - > 20 см
Щебень – (20 – 1 см)
Дресва – (1 – 0.2 см)

Песок – (2 – 0.1 мм)
Алеврит – (0.1 – 0.01 мм)
Пелит (глина) - < 0.01 мм

С продуктами физического выветривания связаны россыпные месторождения полезных ископаемых (золото, алмазы, платина).

В условиях пересеченного рельефа горных и равнинных стран (на крутых склонах речных долин, озерных котловин, оврагов) в результате гравитационного переотложения твердых продуктов выветривания формируется присклоновый тип континентальных осадков – **коллювий и др**.

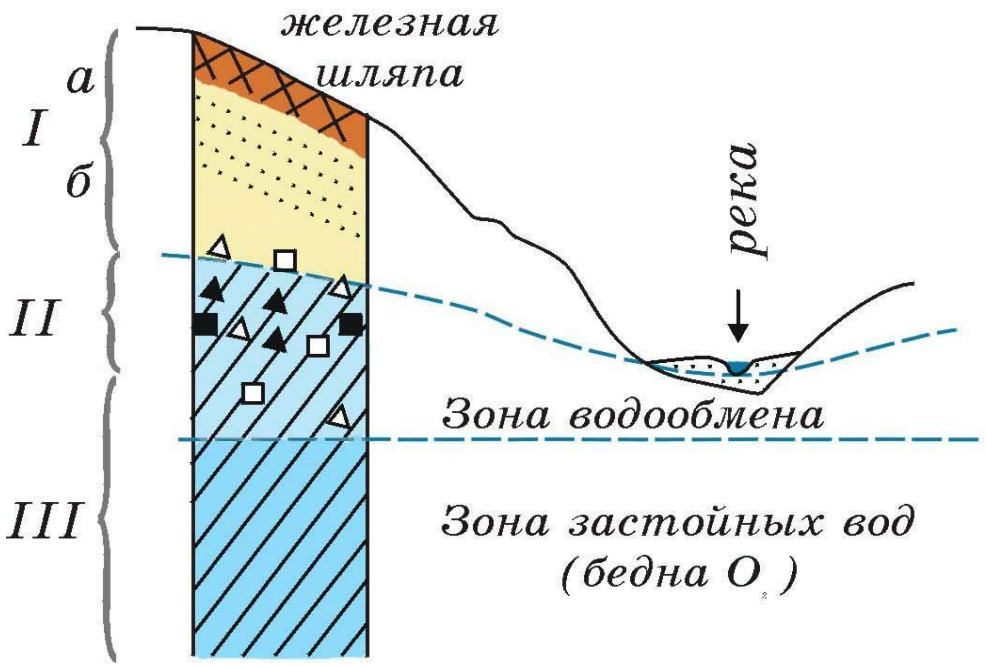
Химическое выветривание

- Это процессы химическогого разложения минеральных компонетов породы и образование за их счет новых минералов устойчивых в условиях земной поверхности. Главные факторы химического выветривания – вода, кислород, углекислый газ др.
- Наиболее благоприятен для химического выветривания жаркий и влажный климат тропиков и субтропиков с высокой среднегодовой температурой, обильными осадками. В этих условиях химическое преобразование минералов достигает конечных стадий.
- В умеренном климате замедляется, а в холодном (при многолетней мерзлоте) практически не происходит.
- Типы реакции при хим. выветривании различны и зависят от состава горных пород и условий. Главнейшими являются: **окисление, гидратация, растворение, гидролиз** и др.

1. ОКИСЛЕНИЕ – происходит при наличии свободного кислорода в присутствии воды. Подвергаются минералы содержащие железо, серу и другие элементы с разной валентностью. Закисные переходят в окисные. С этим связано изменение цвета породы зеленовато-серого, латунно-желтого и др. на желтый, красный, бурый. Примером может служить окисление пирита:

$$FeS_2 + nH_2O + mO_2 \rightarrow FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe2O_3 \quad nH_2O$$

пирит — сульфат закиси железа — сульфат окиси железа — Лимонит или бурый железняк



I – **Зона окисления:**

а) – железная шляпа

б) – зона выщелоченных руд

II – **Зона вторичного обогащения** (восстановления)

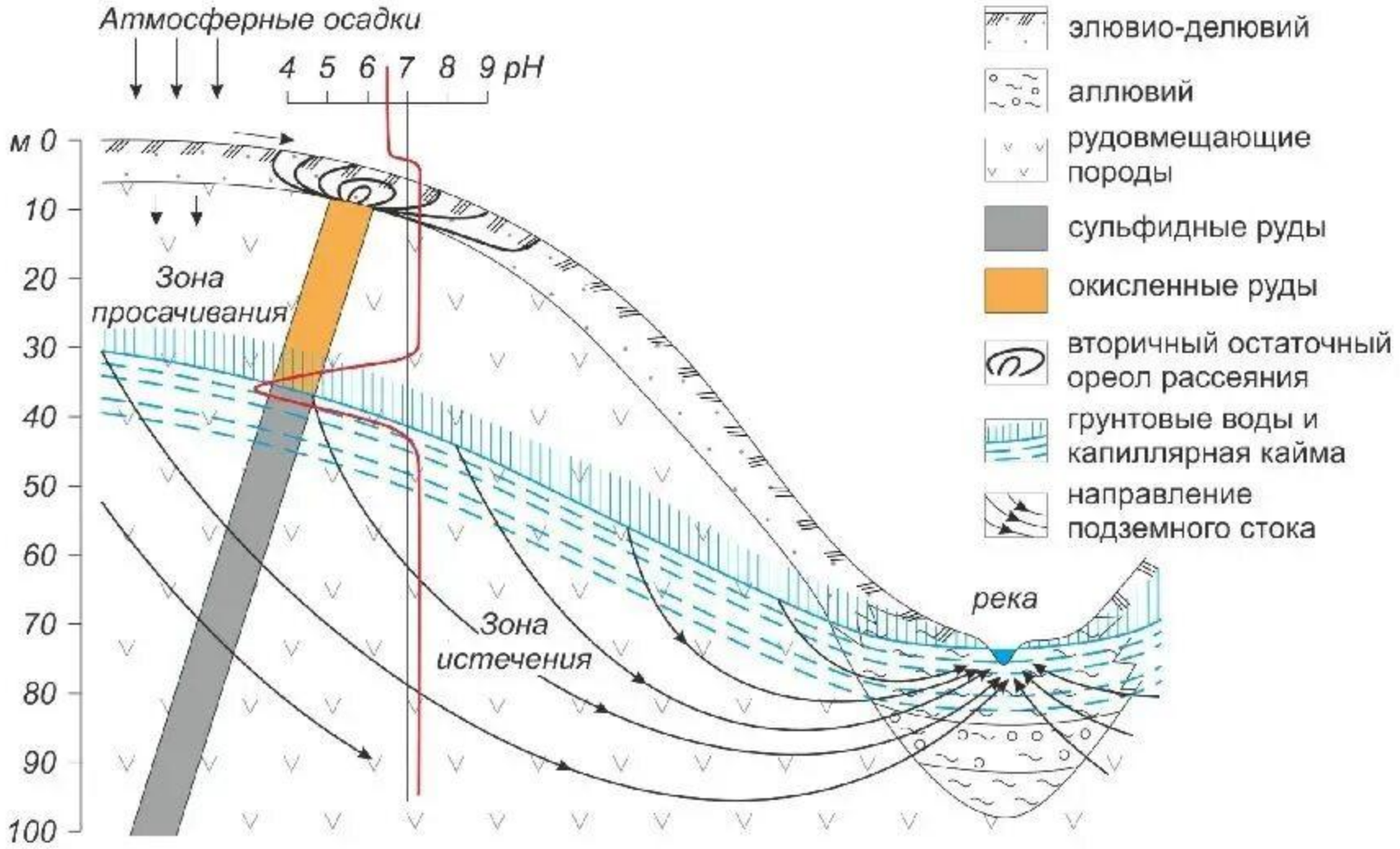
III – **Зона первичных руд**

- первичные сульфиды
- вторичные сульфиды

Зона окисления медносульфидных месторождений

Солевой ореол рассеяния. Зона окисления сульфидного месторождения

- ✓Рудные элементы — в форме водорастворимых соединений
- ✓Среда влагонасыщенна



2. **ГИДРАТАЦИЯ** – химическое присоединение воды к минералам горных пород с образованием новых минералов (гидроокислов и гидросиликатов)

$$Fe_2O_3 + n\ H_2O \rightarrow Fe_2O_3 \times nH_2O$$

гематит лимонит

$$CaSO_4 + 2H_2O \rightarrow CaSO_4 \times 2H_2O$$

ангидрит гипс

3. РАСТВОРЕНИЕ – способность молекул одного вещества распространяться вследствие диффузии в другом веществе без изменения их химического состава. Почти все горные породы растворяются в той или иной степени. Наиболее легко растворяются хлориды (галит, сильвин и др). Слабее растворяются сульфаты (гипс, ангидрит). Менее растворимы карбонаты (известняки, доломиты), хотя и они хорошо растворяются в воде, содержащей углекислоту.

4. ГИДРОЛИЗ – химическое разложение вещества под влиянием гидролитической диссоциации воды, сопровождающееся разрушением одних и образованием других минералов.

Наиболее широко гидролизу подвергаются силикаты и алюмосиликаты. Их преобразование происходит стадийно.

$$K[AlSi_3O_8] + n\,H_2O + CO_2 \rightarrow K_2CO_3 + Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 + SiO_2 \times nH_2O$$

ортоклаз — в р-р — каолинит — опал

Дальнейший гидролиз каолинита приводит к его полному разложению и образованию латерита

$$Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8 \rightarrow Al_2O_3\,H_2O + SiO_2 \times nH_2O$$

каолинит — Латерит (боксит)

О б о б щ е н н а я с х е м а г и д р о л и з а:

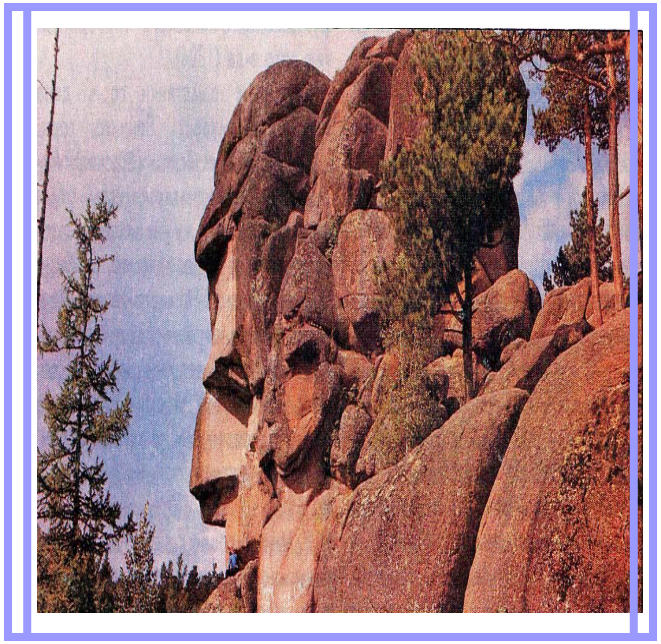
Полевые шпаты → гидрослюды → каолинит → латерит (боксит)

Роговая обманка → гидрослюды → бейделлит → латерит (лимонит)

Т.о. наиболее устойчивыми минералами в условиях земной поверхности являются: боксит, гидроокислы алюминия (боксит) железа (лимонит), кремния (опал). Их образование возможно в условиях жаркого и влажного климата. В условиях жаркого, но умеренного климата образуется каолинит. При значительном их скоплении образуются месторождения алюминиевых, железных руд и каолинит.

Органическое выветривание

- Разнообразные организмы производят физическое и химическое разложение минералов и горных пород. Семена, споры, корни растений, проникшие в трещины, по мере дальнейшего своего роста механически воздействуют на стенки трещин, раздвигают их и таким образом разрушают горные породы. Большую работу по физическому выветриванию производят роющие животные.



- Животные и растительные организмы своими выделениями оказывают химическое воздействие на породы. Поэтому часто биологическое и химическое выветривание объединяют общим термином ***биохимическое***. В результате соответствующих химических реакций горные породы разрушаются.

КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ – вся совокупность продуктов выветривания занимающих значительные площади

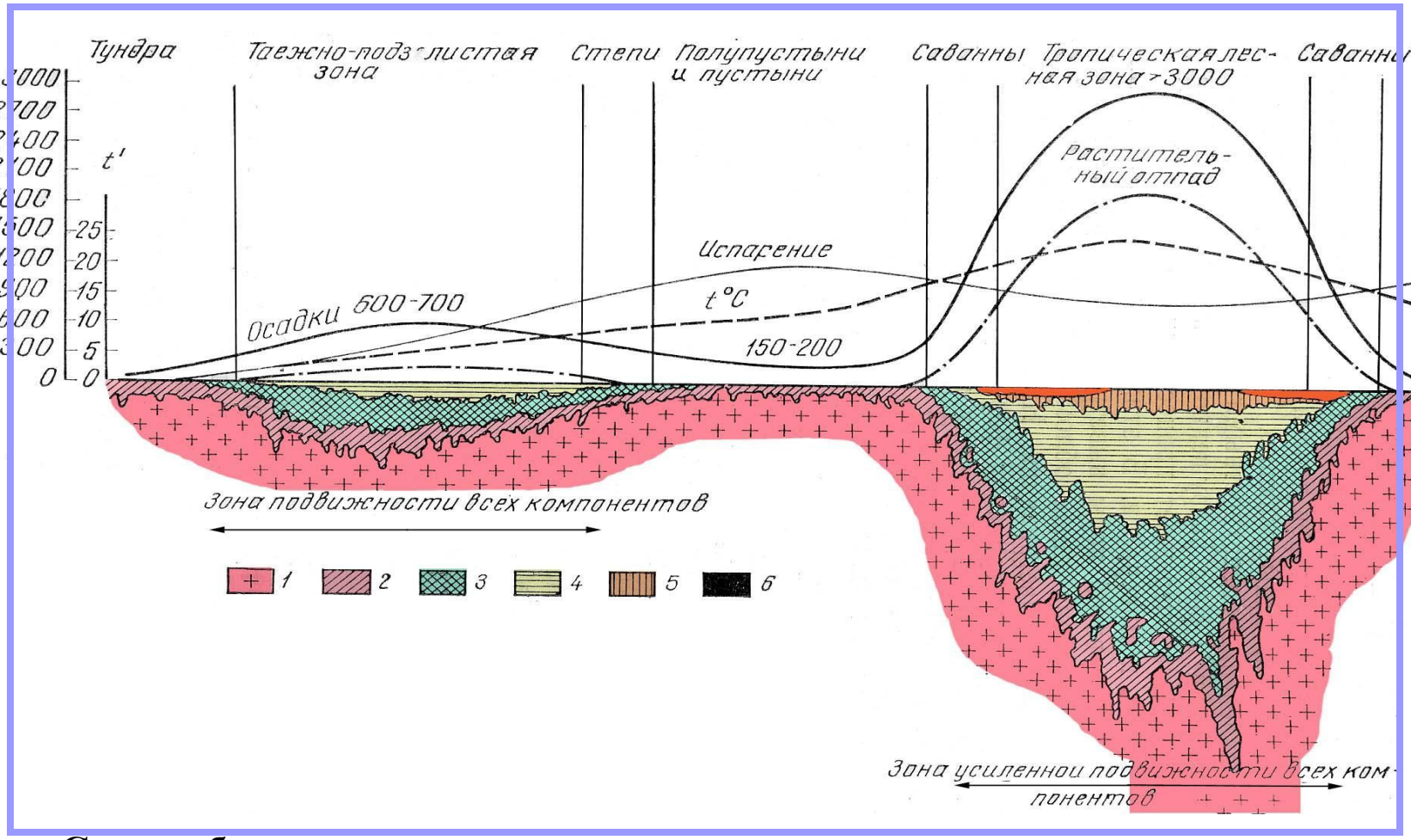


Схема образования коры выветривания на тектонически неактивных площадях (по Н.М. Страхову): 1- свежая порода; 2 – зона дресвы, химически малоизмененной; 3 – гидрослюдисто-монмориллонитово-бейделлитовая зона; 4 – каолинитовая зона; 5 – охры Al_2O_3; 6 – панцирь $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ (латеритная зона)

Формирование кор выветривания

Термин "***кора выветривания***" введён в геологическую литературу швейцарским геологом А. Геймом (1879).

Главный агент химического выветривания – вода. Химическая активность зависит от содержания O_2, CO_2, SO_4^{2-}, гуминовых кислот, NH_4^+, галогенидов, поступающих из атмосферы, из вулканических пород, разлагающихся организмов.

Совершенно иные термические условия приводят к тому, что глубинные минералы, попадая на поверхность, оказываются здесь неустойчивыми.

Среди минералов ряда Боуэна наиболее устойчив в поверхностных условиях кварц, наименее – оливин. Основные плагиоклазы гораздо легче выветриваются, чем кислые. Очень неустойчивы сульфиды.

При выветривании происходит:

- смена валентности элементов, находящихся в низших ступенях окисления S^{2-}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Cr^{3+}, As^{3+}, V^{3+} и др.)
- вынос легкорастворимых компонентов K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}
- накопление труднорастворимых продуктов Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2.

Кора выветривания

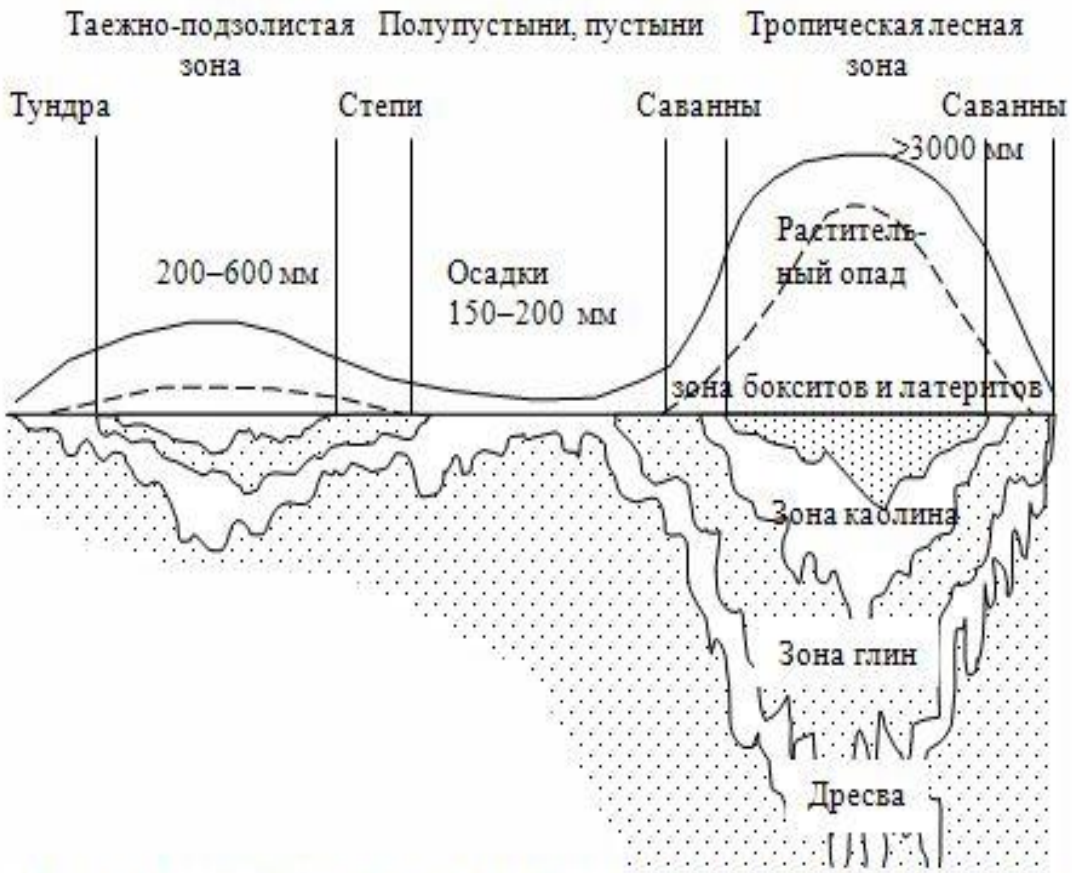


Рис. 21. Строение коры выветривания в различных климатических зонах (А. Г. Булах, 1999)

Интенсивность процессов выветривания зависит от *климатических условий:*

- в умеренном климате до образования стадии *гидрослюд;*

- во влажном теплом климате до стадии образования *каолинита;*

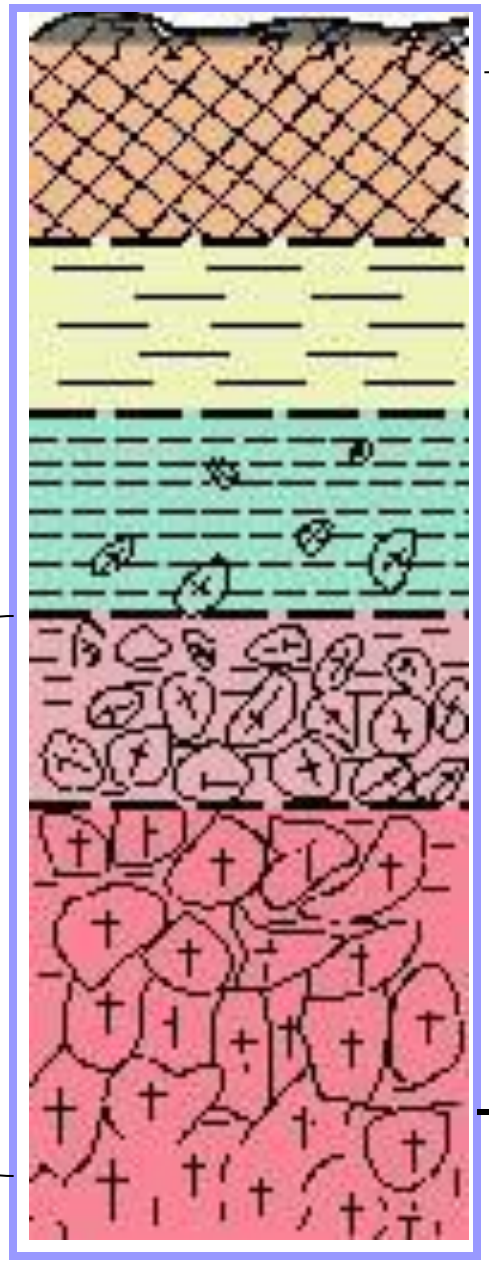
-в тропическом климате до стадии образования *латеритов.*

Поверхность гранитов и гнейсов Скандинавии и Карелии, освободившихся от ледникового покрова 5—6 тыс. лет назад, зачастую имеет кору выветривания, равную **10—20 см.**

Красноцветная кора выветривания в субтропических районах Западней Грузии достигает мощности **7—10 м**

Третичные аллитные коры выветривания влажных тропических районов Азии и Африки достигают мощности 150 м.

Теплый влажный климат весьма увеличивает интенсивность и степень выветривания



СТАДИИ ХИМИЧЕСКОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ

1. **Обломочная**
2. **Сиалитная**
3. **Глинистая**
4. **Латеритная**

ТИПЫ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

1. **Обломочная**
2. **Гидрослюдистая**
3. **Монтморилонитовая**
4. **Каолиновая**
5. **Латеритная**

СТРОЕНИЕ ЭЛЮВИЯ

1 - Почвенно-растительный слой
2 - Латеритный горизонт
3 - Каолиновый горизонт
4 - Гидрослюдистый горизонт
5 - Обломочный горизонт

Типы кор выветривания

По интенсивности процессов выветривания различают два основных типа — **сиаллитный и аллитный**.

- **Сиаллитный тип выветривания** развивается в условиях умеренного климата со средним количеством осадков, при котором образуются преимущественно вторичные алюмосиликаты и ферросиликаты.
- **Аллитный тип выветривания** получает развитие в условиях влажного тропического климата, где интенсивно протекают процессы гидролиза и образование гидратов окисей кремния, алюминия и железа.

Таким образом, в процессе выветривания горные породы подвергаются глубоким физическим и химическим изменениям, и порода приобретает ряд новых свойств, благоприятных для жизни растений.

Современные, древние и ископаемые коры выветривания

- ***Современные коры*** выветривания образовались в четвертичном периоде или лишь в послеледниковое время (Западное Закавказье, Центральная Азия).
- ***Древние коры*** сформировались в третичном или даже в меловом периодах (тропическая Африка).
- ***Погребенные и вторично вскрытые эрозией древние коры*** выветривания сформированы в третичный, юрский, девонский и даже докембрийского период (Центральный Казахстан, Урал, Украина). Имеют мощность до 60-300 м

На территории бывшего Советского Союза **описаны четыре разновидности ископаемых древних кор выветривания:**

- **окремневшие**, свойственные условиям полупустынного и пустынного климата третичного периода на территории Центральной Азии;
- **каолинитовые**, свойственные условиям влажного, мягкого, умеренного либо влажно-субтропического климата карбонового периода на громадных пространствах Украины и Урала;
- **аллитные** (окислы алюминия) — в условиях тропического влажного климата мезозоя на территории Урала, Сибири, Казахстана;
- **бокситовые**— в районах Курской магнитной аномалии (Бокситы представляют собой сложную горную породу, в состав которой входят: гидраты окислов алюминия, образующие основную рудную массу; железо в форме гидратов окислов, окислов и силикатов)

Б.Б. Полынов (1934) ввел понятие **об остаточных и аккумулятивных типах коры выветривания**

До Полынова корой выветривания назывались лишь остаточные продукты, накопившиеся на месте их образования.

- Различают **остаточные, транзитные и аккумулятивные типы коры** выветривания, которые формируются остаточными и перемещенными продуктами выветривания.
- Продукты изменения, оставшиеся на месте своего первичного залегания, называют **остаточной Корой выветривания,** а перемещенные на небольшое расстояние, но не потерявшие связи с материнской породой — **переотложенной Корой выветривания**.

Стадии развития кор выветривания по Б. Б. Полынову

1) обломочная;
2) обызвесткованная;
3) сиаллитная насыщенная;
4) сиаллитная ненасыщенная (выщелоченная);
5) аллитная.

- Определенным стадиям выветривания соответствуют и определенные группы и соотношения первичных и вторичных минералов

Коры выветривания классифицируются по вещественному составу, отражающему стадийность выветривания:

1. ***обломочные*** (преобладание свежих обломков плотных пород)
2. ***засоленные*** (присутствие водорастворимых солей)
3. ***загипсованные*** (присутствие гипса)
4. ***обызвесткованные*** (присутствие $CaCO_3$)
5. **доломитизированные** [присутствие $CaMg(CO3)^2$]
6. ***сиаллитные насыщенные*** ($SiO^2:Al^2O^3 > 2$; преобладание Ca^{2+}, Mg^{2+} или Na^+ в обменном комплексе)
7. ***сиаллитные ненасыщенные*** ($SiO^2:Al^2O^3>2$; преобладание H^+ или Al^{3+} в обменном комплексе)
8. ***ферсиаллитные*** ($SiO^2:Al^2O^3 > 2$; $Fe^2O^3 > Al^2O^3$)
9. ***ферритные*** (ожелезненные) (преобладание Fe^2O^3)
0. ***альферритные*** ($SiO^2:Al^2O^3 < 2$; $Fe^2O^3>Al^2O^3$)
1. ***ферраллитные*** ($SiO^2:Al^2O^3 < 2$; $Fe^2O^3 < A1^2O^3$)

Коры выветривания

Аллитные коры

отношение $SiO_2:R_2O_3<2,5$
В илистой фракции

Сиаллитные коры

$SiO_2 : R_2O_3$ (в илистой фракции)>2,5

Аллитные
($A1_2O_3$ резко преобладает над Fe_2O_3)

Сиаллитные коры

Ферраллитные
(A12Oз преобладает над Fe_2O_3)

Феррсиаллитные коры

Ферритные
(Fe203 преобладает над Si02 и A1203 во всей массе коры)

Т.о. в результате выветривания:

- образуется обломочный материал, истинные и коллоидные растворы;
- формируется кора выветривания и связанные с ней полезные ископаемые;
- почвенный покров.