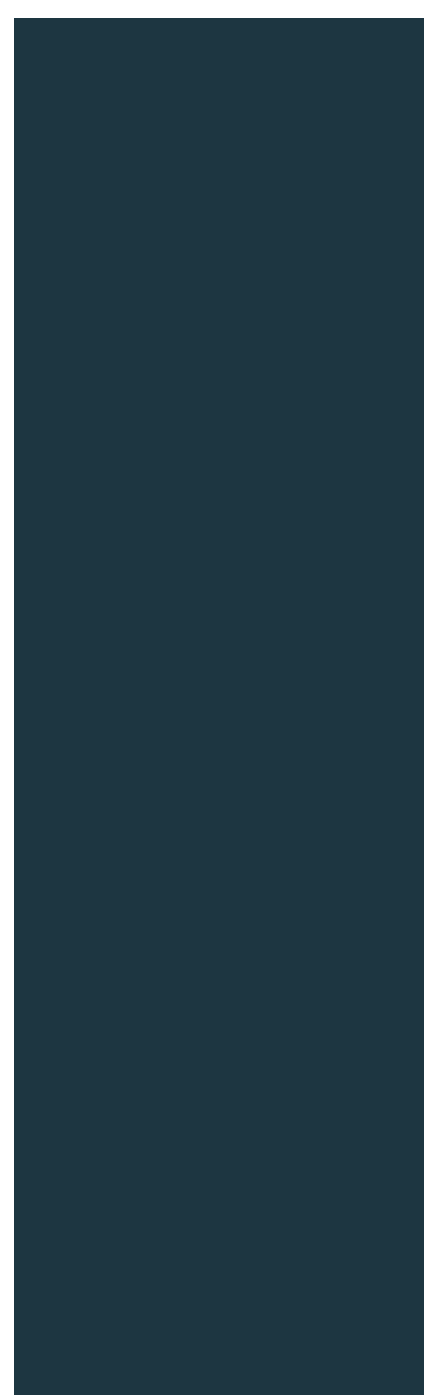


ВЫВЕТРИВАНИЕ

ВЫВЕТРИВАНИЕ КАК ЭКЗОГЕННЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС

Выветривание горных пород – геологический процесс взаимодействия горных пород, слагающих приповерхностную часть земной коры, с космическим пространством, атмосферой, биосферой и искусственными компонентами природной среды.

Он включает в себя разнообразные процессы разрушения и изменения горных пород и осадков, происходящие на земной поверхности и вблизи неё под воздействием физических, химических и органических агентов, в результате которого изменяются строение, состав, текстурно-структурные особенности и свойства горных пород, состав подземных вод и газов в зоне гипергенеза.



Под **зоной гипергенеза** понимается верхняя часть земной коры, в пределах которой протекают различные процессы взаимодействия литосферы с атмосферой, гидросферой, биосферой, вызывающие разрушение материнских пород, возникновение новых минералов и пород, более устойчивых в верхней оболочке Земли и на ее поверхности.

Развитие современных геологических процессов эрозии, абразии, оползней, селей, обвалов, переработки берегов водохранилищ тесно связано с процессом выветривания, который по отношению к ним является первичным процессом.

АГЕНТЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

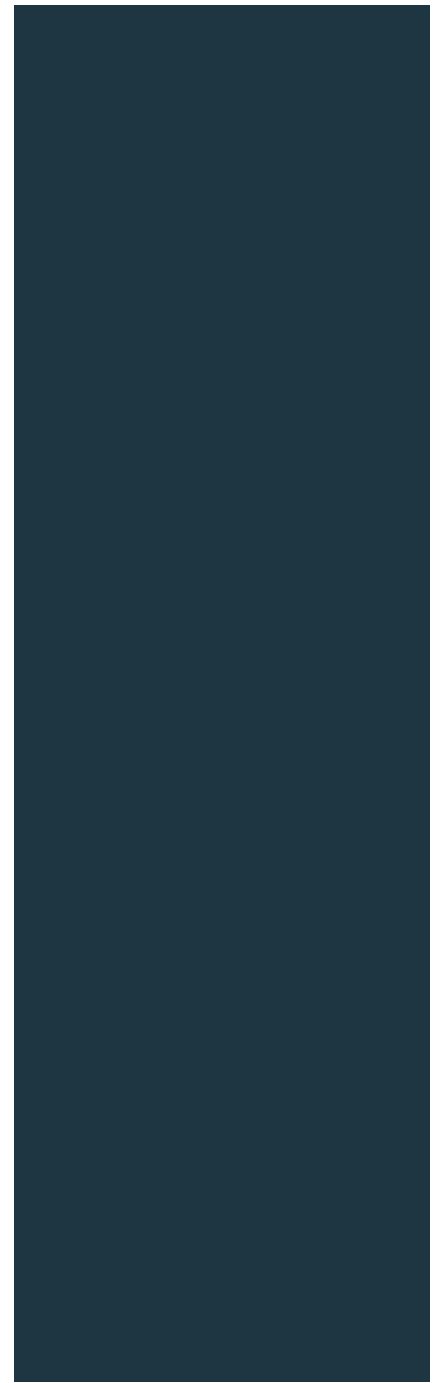
Развитие процесса выветривания определяется совокупностью региональных, зональных и техногенных факторов. Рельеф и его расчлененность, гипсометрическое положение пород относительно базиса эрозии, состав, структурно-текстурные особенности горных пород, их трещиноватость, раздробленность, тектоническая нарушенность создают условия для проникновения агентов выветривания .

Компонентами внешних сред, активно реагирующих с горными породами при выветривании , являются: солнечное излучение; атмосферные осадки; колебания температур; кислород и углекислый газ атмосферы; растительность; почвы; микроорганизмы (бактерии); промышленные предприятия, их жидкие, твердые, газообразные отходы.

ПРОДУКТ ПРОЦЕССА ВЫВЕТРИВАНИЯ

Продукт процесса выветривания – породы элювиального генезиса, коры выветривания, служащие основанием сооружений, исходным материалом для осадочных пород и руд, а также определенные типы подземных вод.

Существуют два термина для определения продукта выветривания – элювий и кора выветривания. Элювий – это общее название непереотложенных продуктов выветривания горных пород, генетический тип отложений. Кора выветривания представляет собой комплекс измененных выветриванием исходных пород и новообразований, характеризующихся закономерным развитием в профиле.



МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА ВЫВЕТРИВАНИЯ

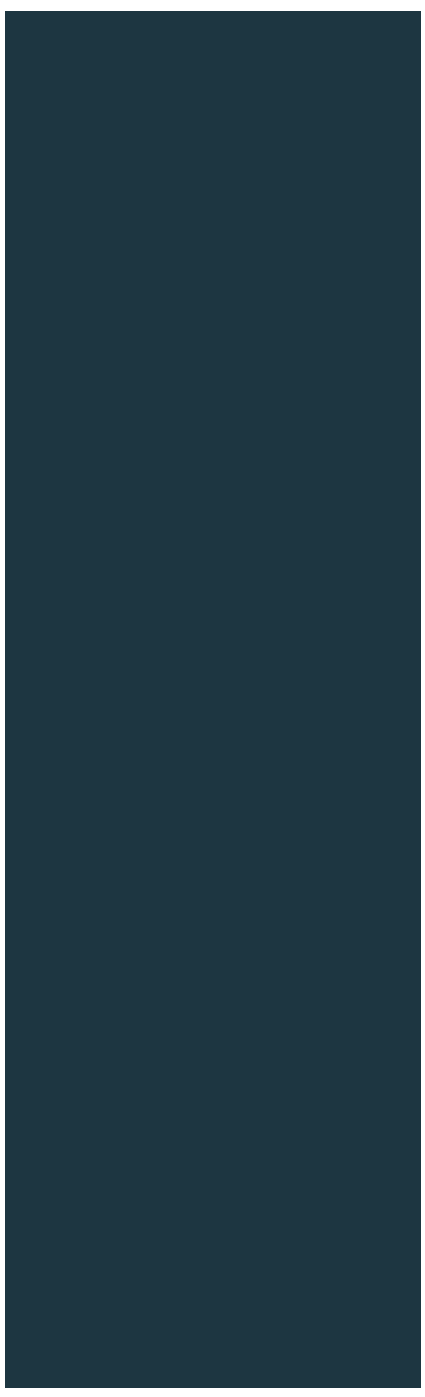
Состав процессов-компонентов, представляющих целостную систему процесса выветривания, зависит от региональных, зональных и техногенных факторов.

Процесс выветривания определяется с одной стороны, как процесс механического разрушения структуры и микроструктуры, изменения минеральных и химических составов и свойств горных пород, а с другой как процесс переформирования вновь образовавшихся грунтов (коры выветривания), имеющих другое текстурно-структурное строение состав и свойства.

СХЕМА РАСЧЛЕНЕНИЯ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ЗОНЫ В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

В строении коры выветривания выделяется до 5 зон (снизу вверх): трещинную (невыветрелые породы), обломочную (глыбовую и щебнистую), литомарж, дисперсную (глинистую и латеритную), вторичной цементации (кираса и структурный боксит).

Зональность строения кор выветривания предопределяет изменчивость физико-механических свойств в вертикальном профиле и их различия в разных зонах.

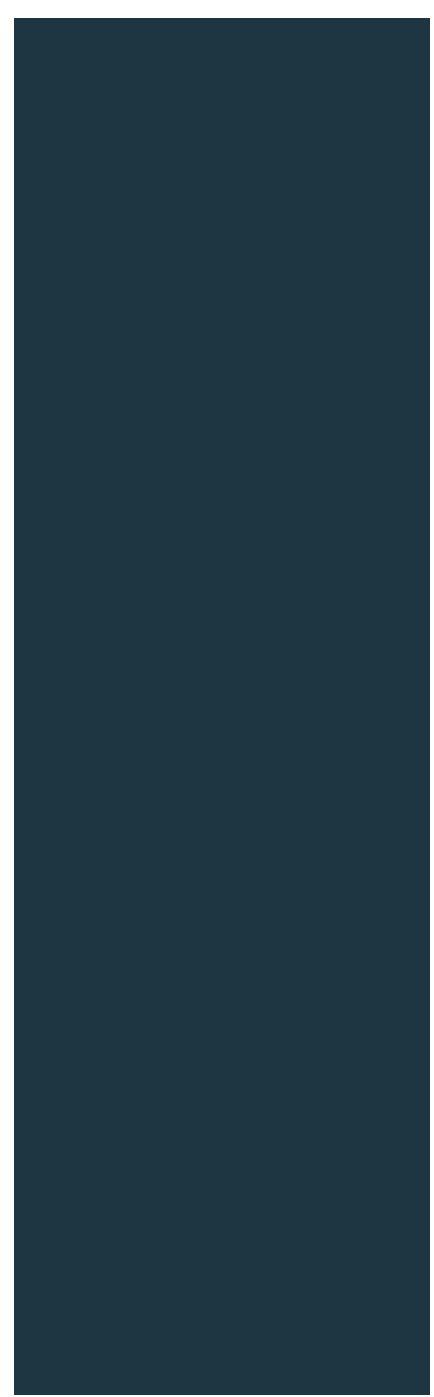


ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЕ КЛАССЫ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Зональные факторы являются следствием климатической зональности Земного шара, поэтому строение, состав и свойства пород кор выветривания следует рассматривать в зависимости от их положения в той или иной климатической зоне.

Температурно-влажностной класс коры выветривания (ТWK) - это семейство кор выветривания, сформированное в условиях определенных температурного и влажностного режимов и отвечающим их типам почв и биоценозов.

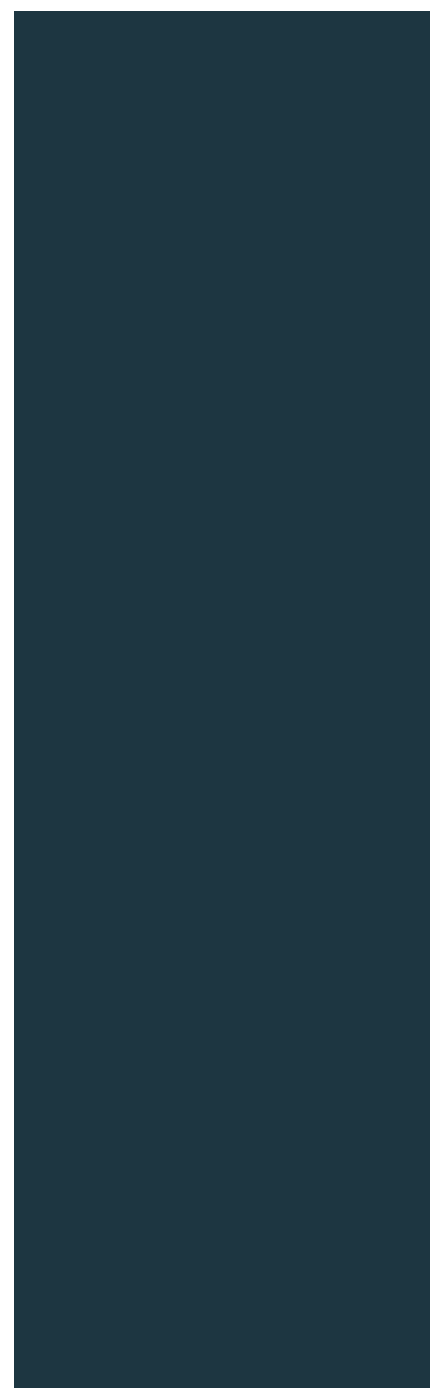
Картографирование ТWK кор выветривания земного шара выполнено с применением принципов типологического районирования. Под последним понимаются выделение типов кор выветривания, сходных по одному или нескольким признакам, которые выбираются в соответствии с целью районирования, и разграничение их от территории, не обладающих такими признаками.



ТИПЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

В зависимости от того, какие факторы обуславливают процессы преобразования пород, выветривание можно подразделить на:

1. Физическое (или механическое)
2. Химическое
3. Биологическое



ФИЗИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ

Физическое выветривание приводит к механической дезинтеграции пород и минералов, но не приводит к их химическому преобразованию.

Физическое выветривание подразделяется на *температурное* и *морозное*.

Температурное выветривание – разрушение горных пород и минералов на поверхности Земли под влиянием колебаний температуры. В результате суточных колебаний температуры в массиве горных пород возникают напряжения двух типов.



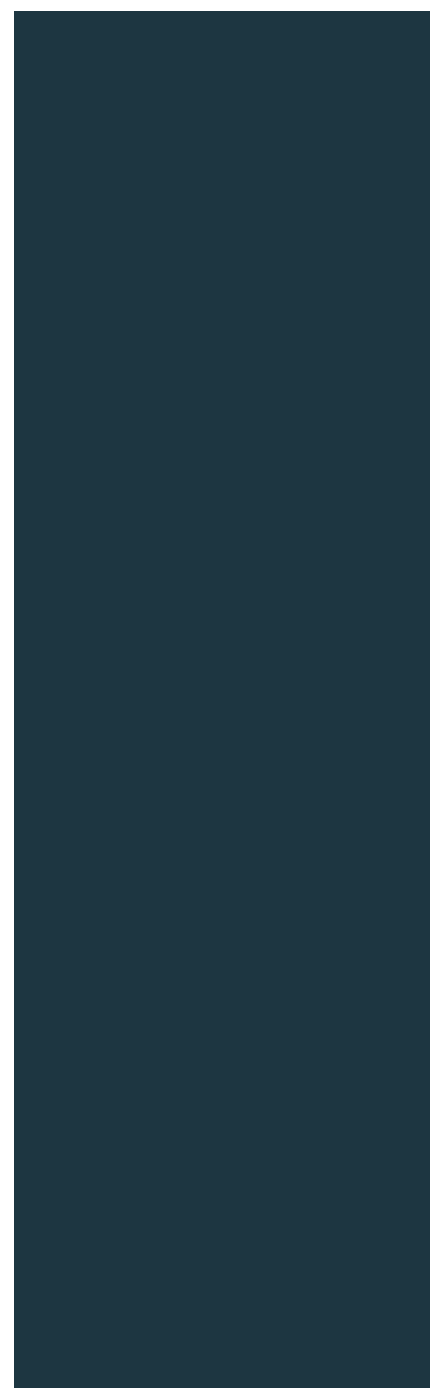
ПРИМЕР
ПРОЯВЛЕНИ
Я ФИЗИ-
ЧЕСКОГО
ВЫВЕ-
ТРИВАНИЯ

Напряжения первого типа (называемые объёмно-градиентными) связаны с неравномерным нагреванием поверхностной и более глубоких частей массива. Что приводит к образованию трещин, направленных параллельно поверхности, происходит шелушение и отслаивание пород, называемое **десквамацией**.

Второй тип напряжений в пределах объёма породы и минерала связан с различием коэффициентов теплового расширения-сжатия минералов. Напряжения этого типа приводят к раскалыванию до уровня минеральных зёрен и далее, по трещинам спайности, до образования частиц размером до сотых долей мм. Быстрее разрушаются темноокрашенные минералы и породы, а также крупнокристаллические полиминеральные породы с большими различиями коэффициентов расширения составляющих их минералов.

Суточные колебания температуры проявляются до глубины **1 м**, что определяет максимальную мощность возникающих таким путём обломочных отложений.

Наиболее активно температурное выветривание протекает в пустынях и, в несколько меньшей степени, в нивальных областях и в высокогорных районах, не покрытых снегом. Этому способствует сочетание двух факторов **1)** резкие суточные колебания температуры, достигающие **50°C**; **2)** обнажённость горных пород ввиду отсутствия растительного покрова и почвенного слоя.

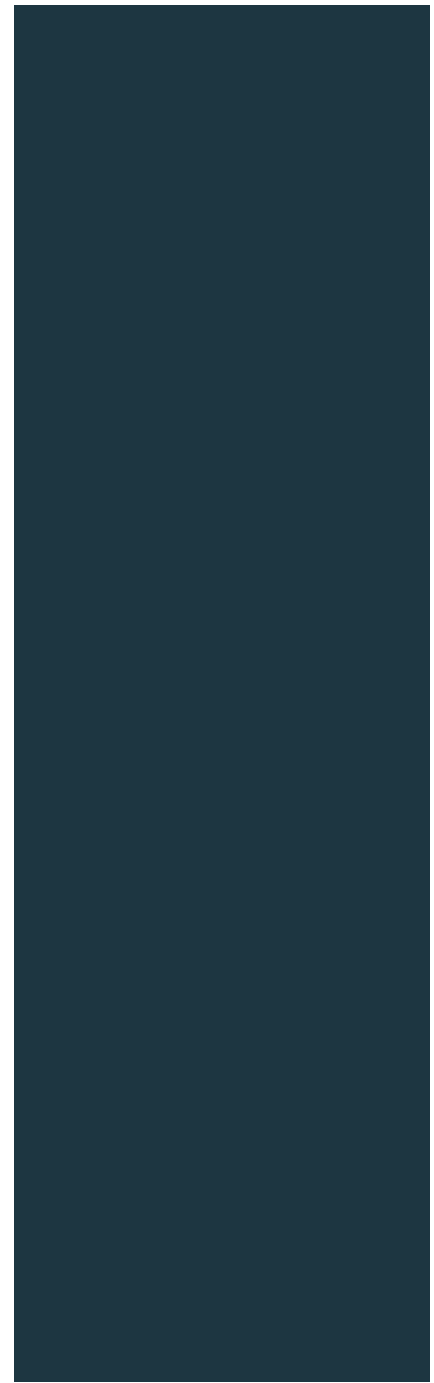


Морозное выветривание – разрушение горных пород в результате периодического замерзания попадающей в трещины воды.

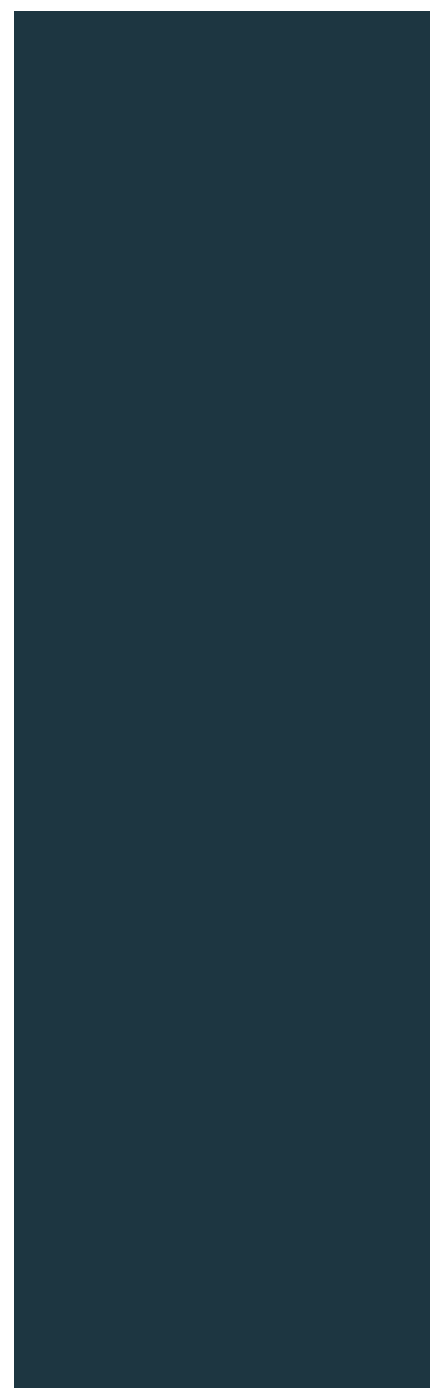
Давление льда приводит к расширению трещин и раскалыванию пород на крупные обломки размером от десятков сантиметров до метров в диаметре. Отсутствие более мелкого материала обусловлено тем, что свободная вода не способна проникать в микротрещины.

Наиболее активно морозное выветривание протекает в холодных и умеренных областях с резкими суточными колебаниями температуры, а также в области развития вечной мерзлоты и в зоне деятельности ледников.

Образующиеся в ходе физического и химического выветривания продукты разрушения могут быть перемещены с места своего образования под действием водных потоков, ветра, движущихся ледников и других экзогенных факторов (процесс перемещения продуктов разрушения горных пород называется **денудация**) или остаться на месте своего образования. Продукты выветривания, залегающие на месте своего образования, называются **элювий**. К элювию относят продукты выветривания, не смещённые за пределы площади развития материнских пород (субстрата за счёт которого они образовались).



В результате физического выветривания образуются особые формы ландшафта. Если выветривание происходит в горной области, где имеются плоские, горизонтальные поверхности, то продукты выветривания накапливаются на них в виде глыб и более мелкого дресвяного материала. В результате создаются элювиальные россыпи и ландшафты беспорядочного нагромождения глыб, получившие название «каменных морей».



Для многих районов Кавказа и других гор очень характерны так называемые "истуканы" - пирамидальные столбы, увенчанные крупными камнями, даже целыми глыбами размером 5 - 10 м и более. Эти глыбы предохраняют от выветривания и размывания нижележащие отложения (образующие столб) и похожи на шляпки гигантских грибов.

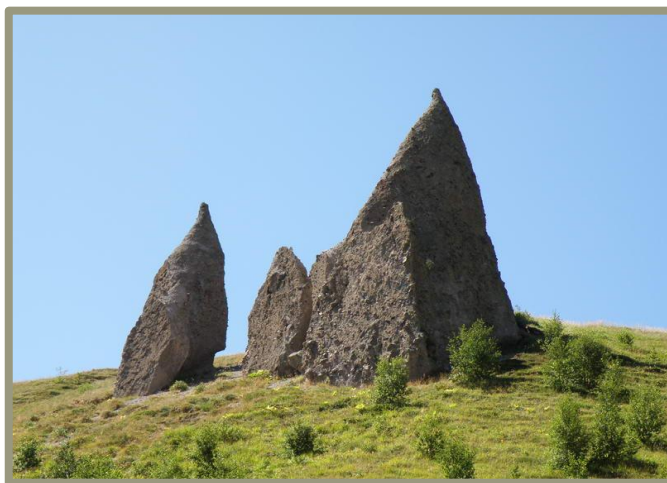
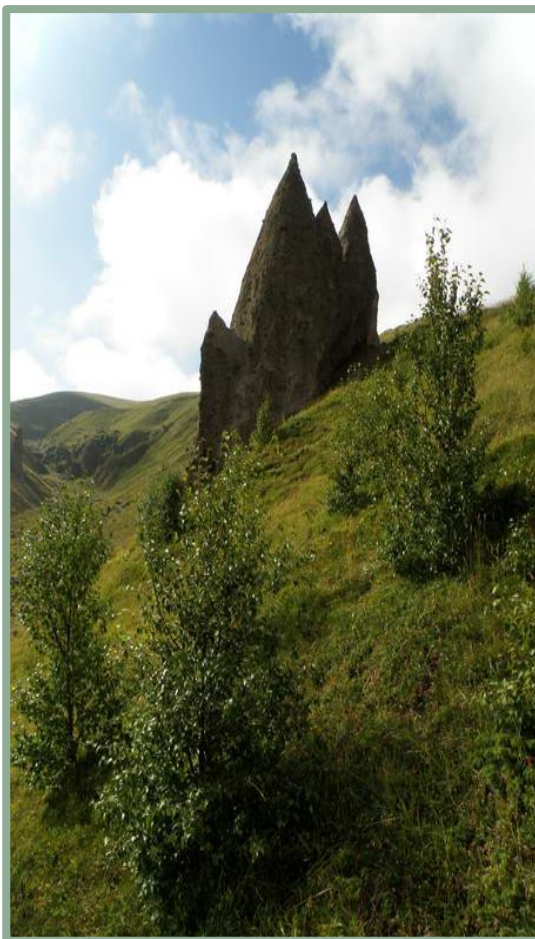


«ИСТУКАНЫ»



«АРКА» В
ШТАТЕ ЮТА
(США)

На северном склоне Эльбруса около знаменитых источников Джилысу есть овраг, называемый "Овраг Замков" - Кала - Кулак, "замки" представлены огромными столбами, сложенными из относительно рыхлых вулканических туфов.



ОВРАГ
ЗАМКОВ
КАЛА-
КУЛАК

ХИМИЧЕСКОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ

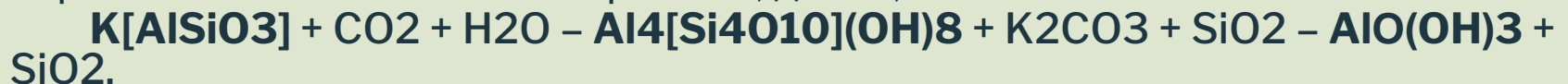
Химическое выветривание представляет собой процесс химического преобразования минералов и горных пород под воздействием воды, кислорода, углекислого газа, органических кислот, а также вследствие биогеохимических процессов. Процессы химического разложения приводят к разрушению кристаллических решёток минералов.

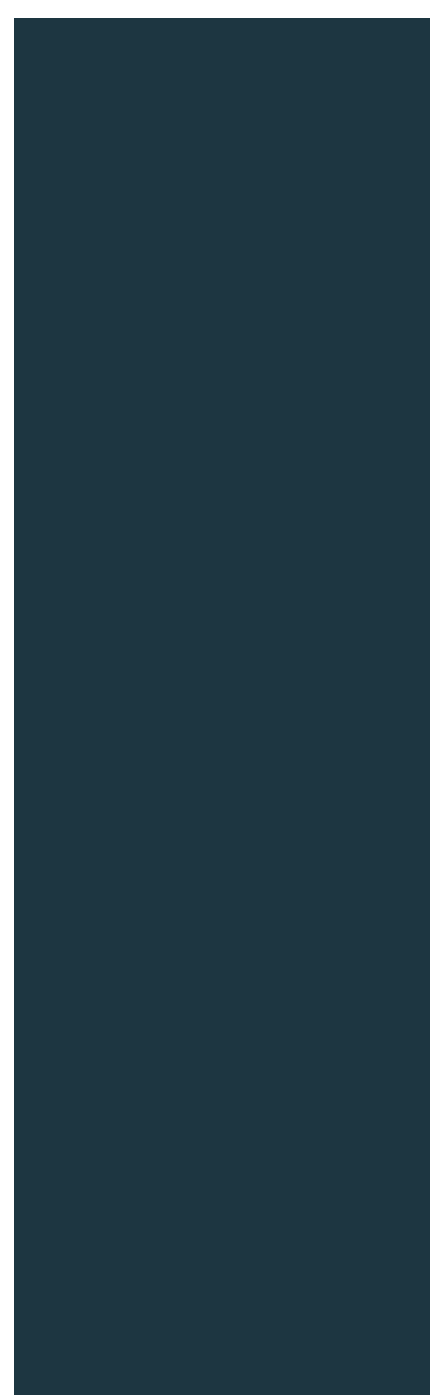
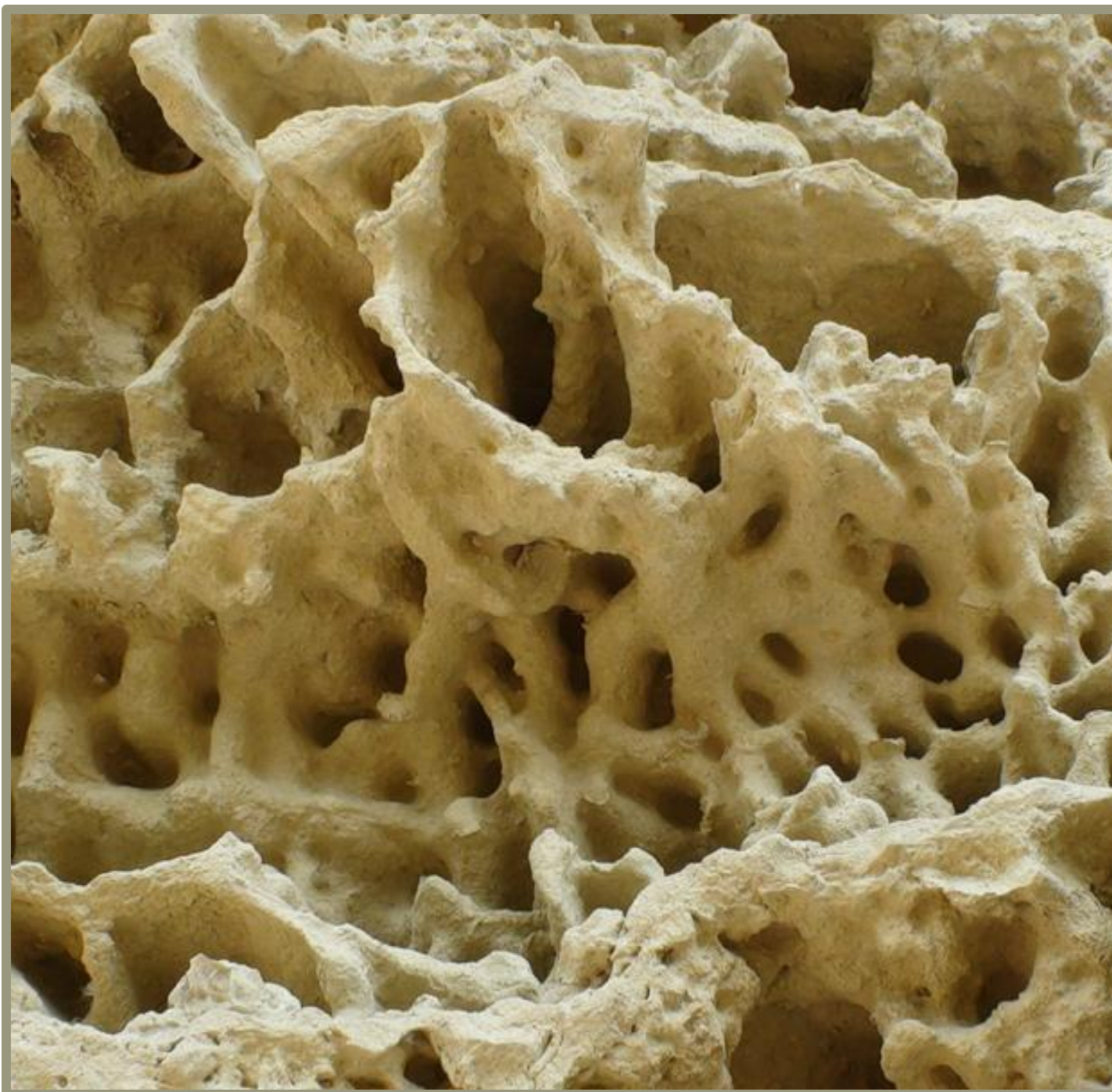
Преобразование происходит вследствие реакций окисления и гидратации (например, преобразование пирита по схеме



растворения и гидролиза. Особое место занимают реакции гидролиза - ионного обмена между веществами и водой, приводящие к разрушению даже весьма устойчивых структур силикатов, сопровождающемуся их гидратацией и выносом элементов из кристаллической решётки.

Примером такой реакции, может служить разрушение каркасной структуры полевых шпатов (самых распространённых в земной коре минералов) с образованием глинистых минералов и, далее, гиббсита:





Без воды невозможно химическое преобразование пород: вода обеспечивает «доставку» агентов химического выветривания и вынос продуктов реакций.

Транспортировка веществ происходит почвенно-грунтовыми водами в виде истинных и коллоидных растворов.

Процессы химического выветривания протекают ниже почвенного слоя, просачиваясь через который воды обогащаются органическими соединениями. Важное значение в процессах химического выветривания имеют органические кислоты, активно способствующие разложению минералов.

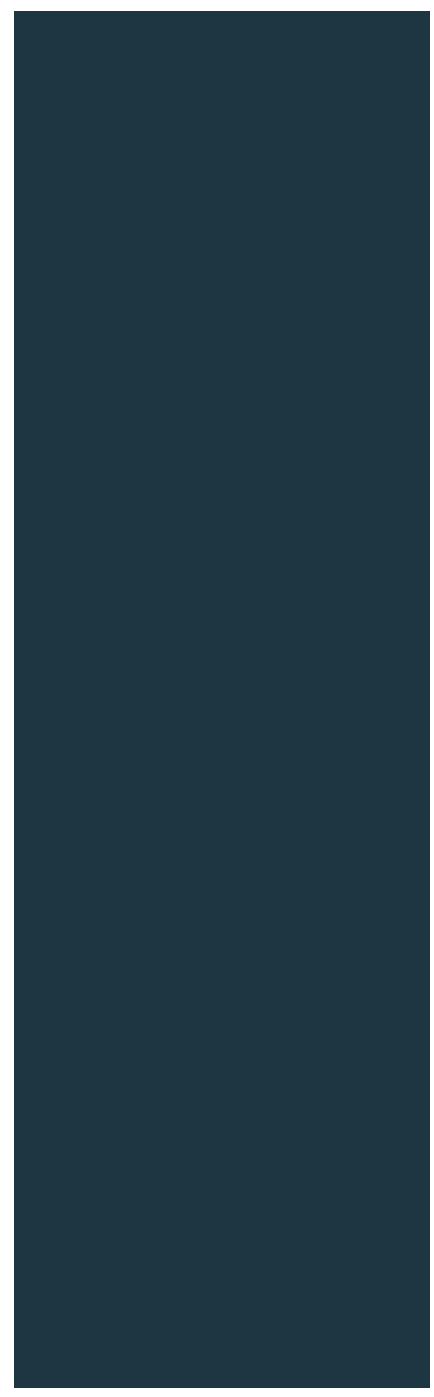
Необходимыми условиями глубоко химического выветривания являются:

- климат, при котором достигается сочетание высоких температур и влажности (гумидный тропический);
- обилие и характер растительности (при её разложении образуются органические кислоты, активно разрушающие минералы);
- выровненный рельеф, обеспечивающий неподвижность продуктов разрушения;
- продолжительность выветривания.

БИОГЕННОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ

Механическое разрушение пород при биогенном выветривании осуществляется, например, корнями растений, расширяющими трещины, или роющими организмами (черви, муравьи, термиты, суслики, кроты и др.).

Биохимические процессы активно воздействуют на минеральное вещество как в процессе жизнедеятельности (например, лишайники извлекают минеральные вещества из минералов, что приводит к разрушению последних), так и поставляя химически активные соединения в процессе разложения (органические кислоты, возникающие при разложении опавшей листвы и пр.). Взаимодействие минерального и органического вещества приводит к возникновению почвы.



МЕРЫ БОРЬБЫ С ВЫВЕТРИВАНИЕМ

Меры борьбы с выветриванием могут быть конструктивными и консервационными.

Конструктивные меры заключаются в создании рациональных конструкций (отсутствие выступов, карнизов, на которых могла бы задерживаться вода; шлифовка и полировка камня и т.д.).

Консервационные меры заключаются в пропитке камня на достаточную глубину специальными составами.

Флюатирование — способ, применяемый для известняков. При пропитывании их раствором флюатов Кесслера (солей кремнефтористоводородной кислоты) получается целый ряд трудно растворимых в воде соединений. Например, при применении магниевого флюата образуются трудно растворимые соединения.

Аванфлюатирование — способ, применяемый для камней, не содержащих CaCO_3 . В этом случае камень перед флюатированием пропитывают составом, содержащим известковую или иную соль, с которой флюат дает нерастворимые соединения.