Э.М. Спиридонов

Генетическая минералогия.

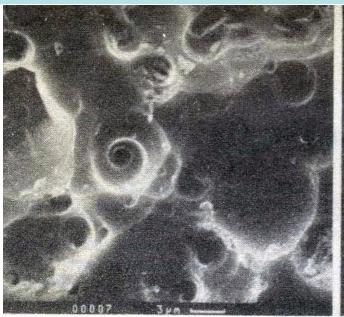
Онтогения. Индивиды

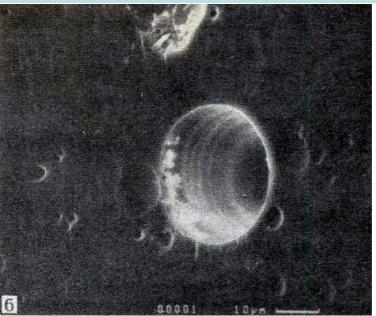
Растворение кристаллов

017. Растворение кристаллов

Изменение и уничтожение индивидов – эти процессы на стыке онтогении и филогении минералов.

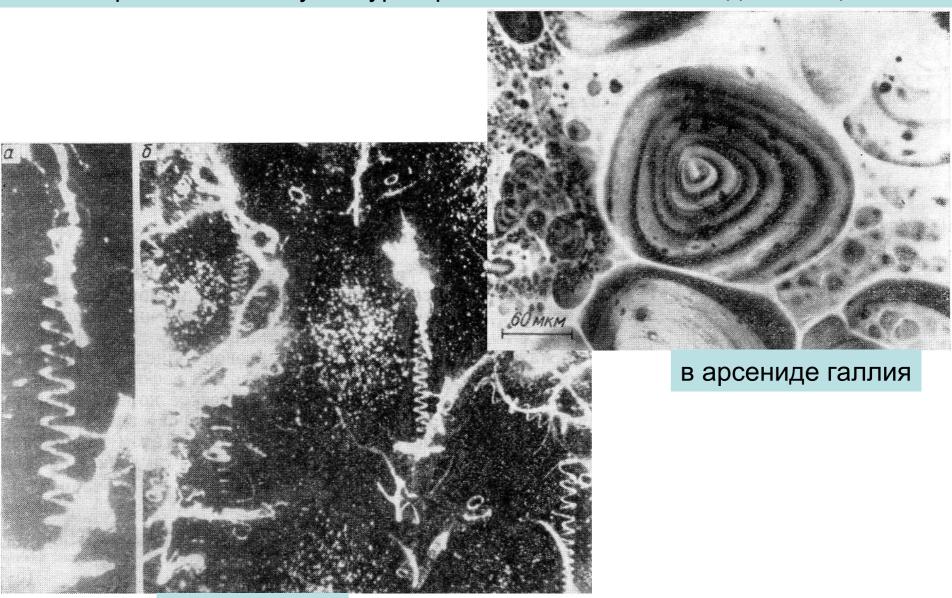
Когда кристалл входит в контакт со своей недосыщенной метеринской средой (обычно жидкой или газообразной) или с одной из реагирующих с ним жидкой или газообразных сред, то, как правило, кристалл частично или полностью разрушается. Разрушение не всегда одноактный процесс. Существуют все стадии растворения от образования мельчайших структур травления до полного уничтожения минерала. Формы растворения разнообразные, обычно округлые или плоскогранные (при малой скорости растворения). Установлена теснейшая связь ямок травления (растворения) с дислокационной структурой кристалла.





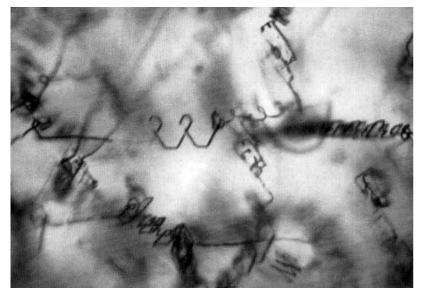
Ямки – скульптуры травления по винтовым дислокациям в сапфире. Фото Р.Ю. Орлова

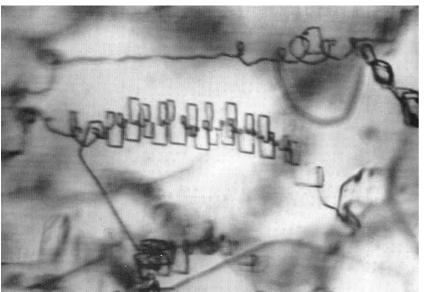
Микрополости – скульптуры травления по винтовым дислокациям

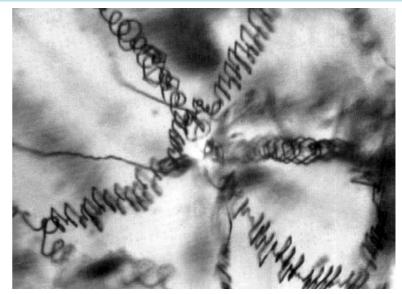


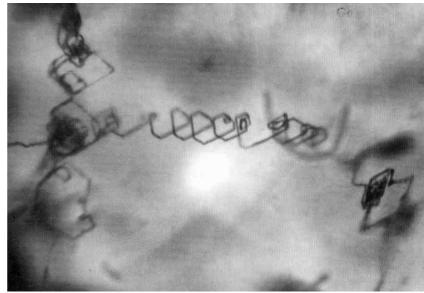
во флюорите

Микрополости – каналы травления по винтовым дислокациям в кристаллах пиропа из кимберлитов Якутии



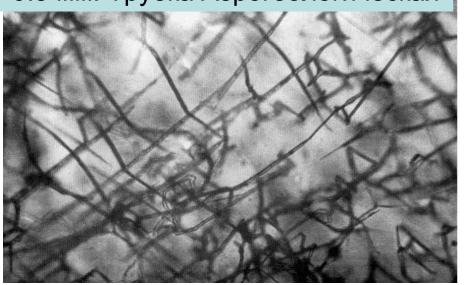


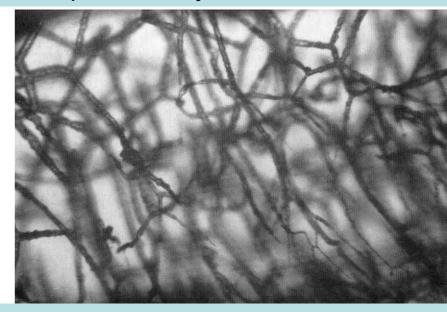




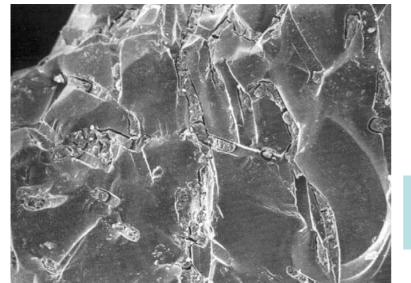
Микрополости – каналы травления по винтовым дислокациям в кристаллах пиропа из кимберлитов Якутии

0.3 мм. Трубка Аэрогеологическая



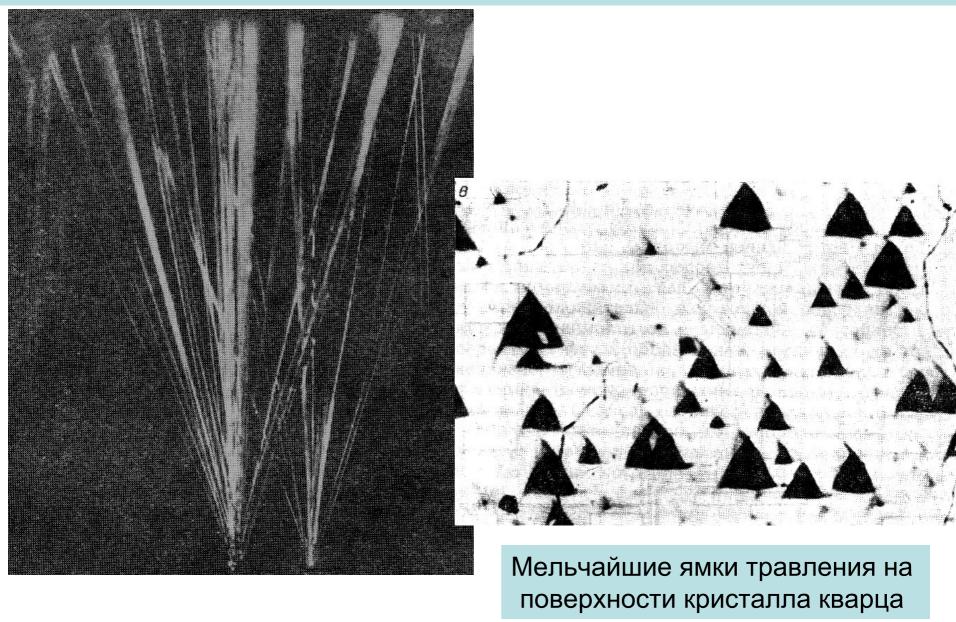


1.2 мм. Трубка Интернациональная



Поверхность скола кристалла пиропа с массой каналов травления

Микрополости – каналы травления в кристаллах кварца



Ямки – скульптуры - пирамиды травления - растворения

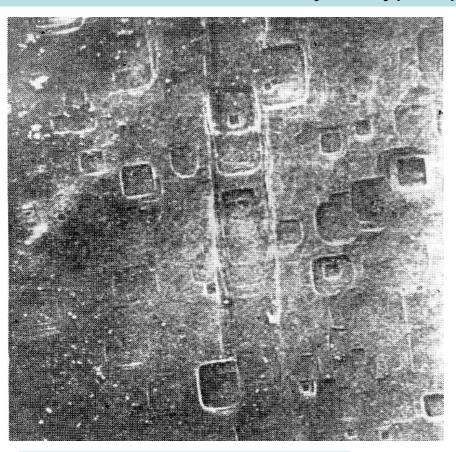


Сподумен – кунцит. 95х28 мм. Lavra do Urucum, Galilea. Минас Жераис, Бразилия

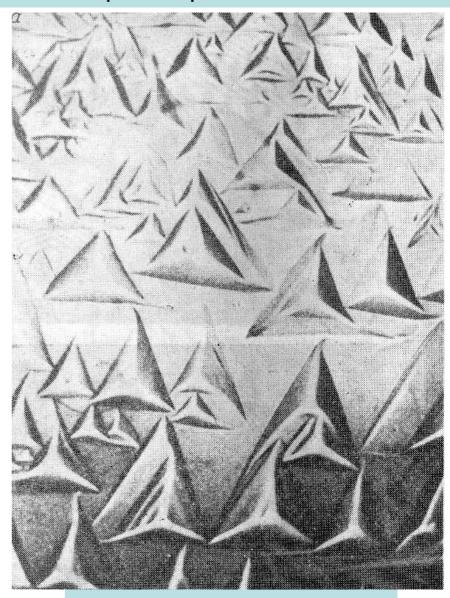
Различные грани кристалла растворяются с неодинаковой скоростью. Те грани, которые растворяются наиболее интенсивно, обычно не покрываются ямками и холмиками травления, остаются более или менее гладкими – пинакоид у берилла, ромбоэдр у кварца, пирамиды у топаза. Грани кристалла, которые растворяются с наименьшей скоростью, обычно покрыты многочисленными и наиболее развитыми скульптурами растворения – ямки травления (иногда их называют вицинали травления; в отличие от вициналей роста это углубления на поверхности кристалла, а не наросты), желобки, каверны, конусы, отрицательные пирамиды и дипирамиды, призмы, их разнообразные комбинации. Это грани призмы и у берилла, и у кварца, и у топаза. Особенно охотно растворение происходит вдоль плоскостей спайности, отдельности и в зонах дробления внутри кристалла. Поэтому ямки травления на кристаллах периклаза со спайностью по кубу – квадратные, на кристаллах флюорита со спайностью по октаэдру – треугольные...

По форме фигур травления и по их ориентации можно определить присутствие тех или иных элементов симметрии и то, представляет ли данное тело монокристалл, поликристалл или двойник. Так, на гранях ромбоэдра у кальцита ямки — фигуры травления имеют плоскости симметрии, а ямки травления у доломита не имеют плоскостей симметрии.

Ямки - скульптуры травления - растворения

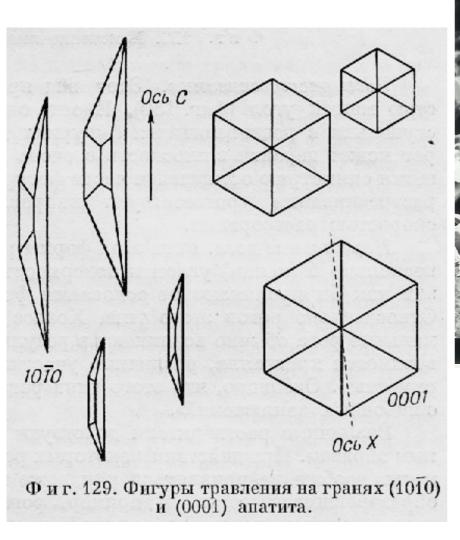


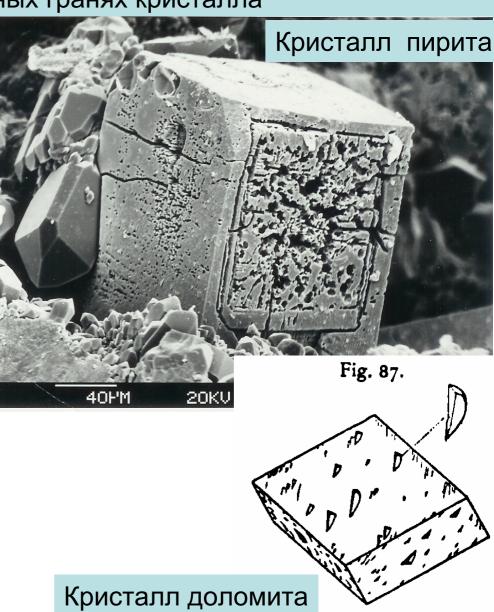
На грани [100] периклаза



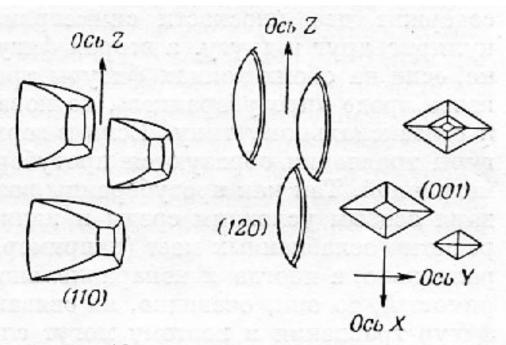
На грани [111] флюорита

Форма ямок - скульптур травления — растворения различная на разных гранях кристалла





Форма ямок - скульптур травления — растворения различная на разных гранях кристалла



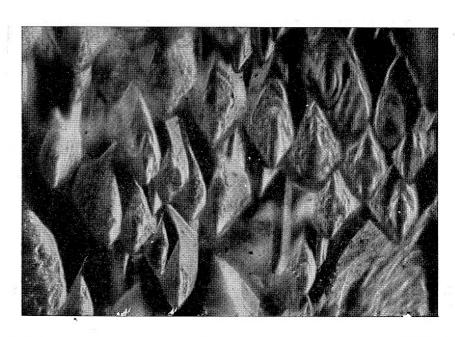
Фиг. 128. Фигуры травления на гранях (110), (120) и (001) топаза.



На грани пинакоида [001]

Форма ямок - скульптур травления — растворения различная на разных гранях кристаллов берилла. Ю.М. Дымков, Г.А. Дымкова, 1972





Фиг. 8. Фигуры травления на вскрытой поверхности грани дипирамиды {1121} бледнорозового короткопризматического берилла. Увел. 200

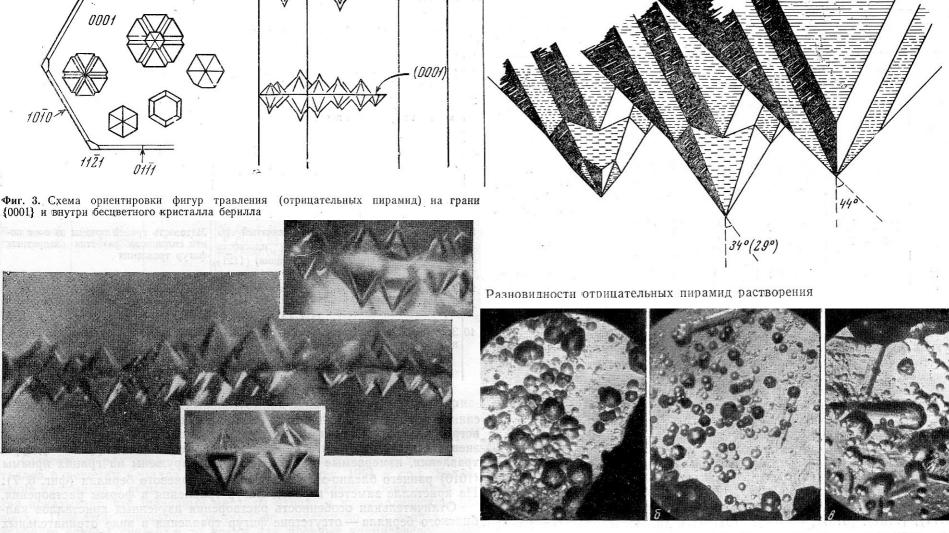
0,5 MM.

Скульптура растворения грани призмы зеленовато-желтого берилла

На грани призмы

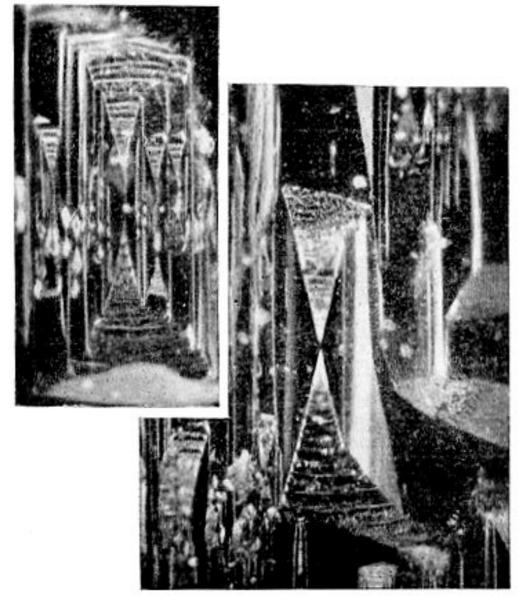
На грани гексагональной дипирамиды

Форма ямок - скульптур травления – растворения различная на разных гранях кристаллов берилла. Ю.М. Дымков, Г.А. Дымкова, 1972



Фиг. 4. Фигуры травления — отрицательные пирамиды и дипирамиды, образовавшиеся внутри кристалла берилла вдоль трещины, параллельной пинакоиду. Деталь внутреннего строения кристалла, изображенного на фиг. 3. Увел. 70

Фиг. 11. Генерации и зарождения округлых и плоскогранных фигур травления на тр ни (0001). Увел. 80



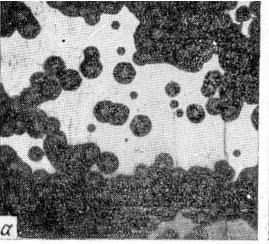
Форма ямок скульптур травления – растворения на грани призмы кристаллов берилла. Ю.М. Дымков, Г.А. Дымкова, 1972

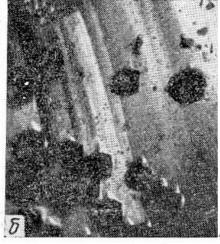
Фиг. 6. Фигуры травления на гранях призмы бледно-зеленого берилла, представляющие собой комбинацию граней призмы и дипирамиды, покрытых копусами растворения, Увел. 120

Форма ямок - скульптур травления – растворения на кристаллах берилла. Ю.М. Дымков, Г.А. Дымкова, 1972





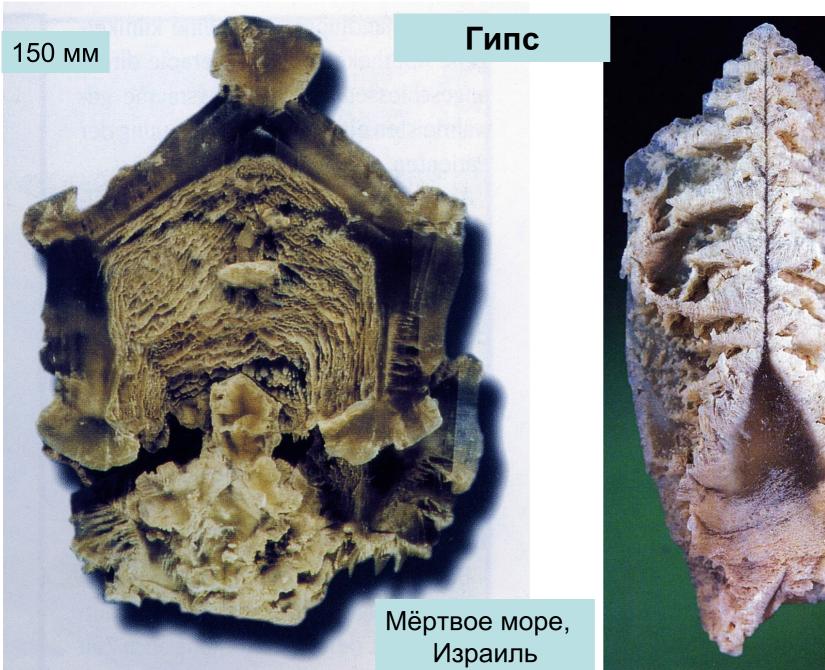


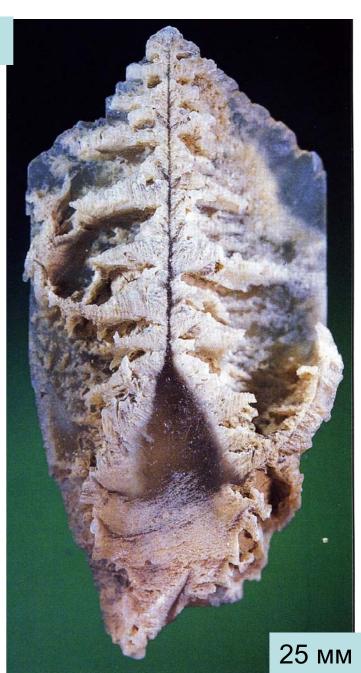


Две генерации ямок травления

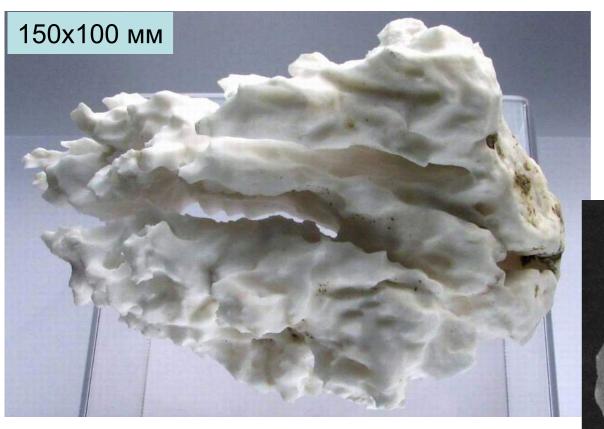
травления на грани призмы берилла. Увел. 80

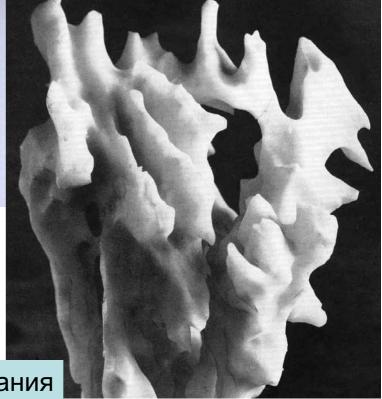
Фиг. 9. Два зарождения фигур травления на грани пинакоида (а) и на поверхности излома (б). Увел. 80





Гипс. Алебастровое, Пермское Приуралье





130х110 мм. Испания



Частично растворённый кристалл K-Na полевого шпата. Выщелочены в основном пертиты распада альбита и прилегающие участки калишпата. Гранитные пегматиты El Crillo, Pampean Range, Аргентина

Берилл. Гранитные пегматиты, Калба, ЮЗ Алтай



Берилл - гелиодор. Гранит. пегматиты, Волынь, Украина



Скульптуры растворения кристаллов Берилл - гелиодор. Гранит. пегматиты, Волынь, Украина



Берилл - гелиодор Волынского месторождения (Украина)



Берилл - гелиодор. Гранит. пегматиты, Волынь, Украина

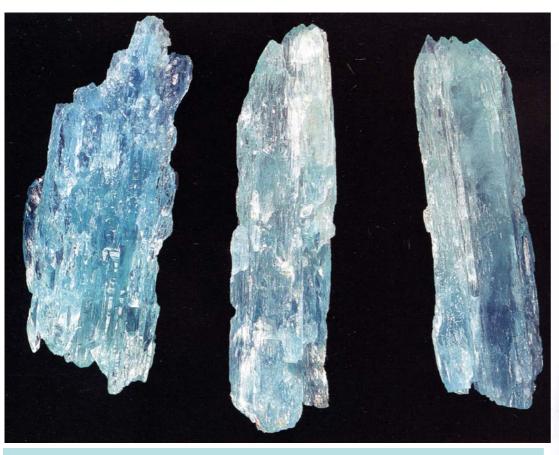




Берилл - аквамарин. Гранит. пегматиты, Минас Жераис,



Берилл - аквамарин. Гранитные пегматиты



80-100 мм. Yuanyang, пров. Юнань, Китай



Берилл - аквамарин. Гранитные пегматиты





Адун-Чилон, Забайкалье

140х100 мм. Долина Shigar, Пакистан



(воробьевит)

Be3Al2Si6O18

растворенный

Липовая, Ср. Урал, Россия

Крыжановский В.И., 1908

Beril

Берилл. Гранитные пегматиты

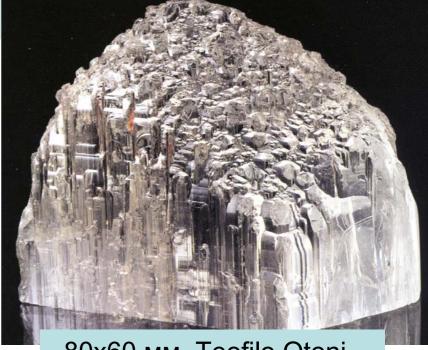


Мадагаскар

Гелиодор 87 мм. Green Walking Stick mine, Зимбабве

Топаз. Гранитные пегматиты





80x60 мм. Teofilo Otoni, Минас Жераис, Бразилия



0.6 мм. Растворение по трещинам спайности. При 1 николе

Топаз. Гранитные пегматиты

South Percy Peak, Coos County, Нью-Гэмпшир, США

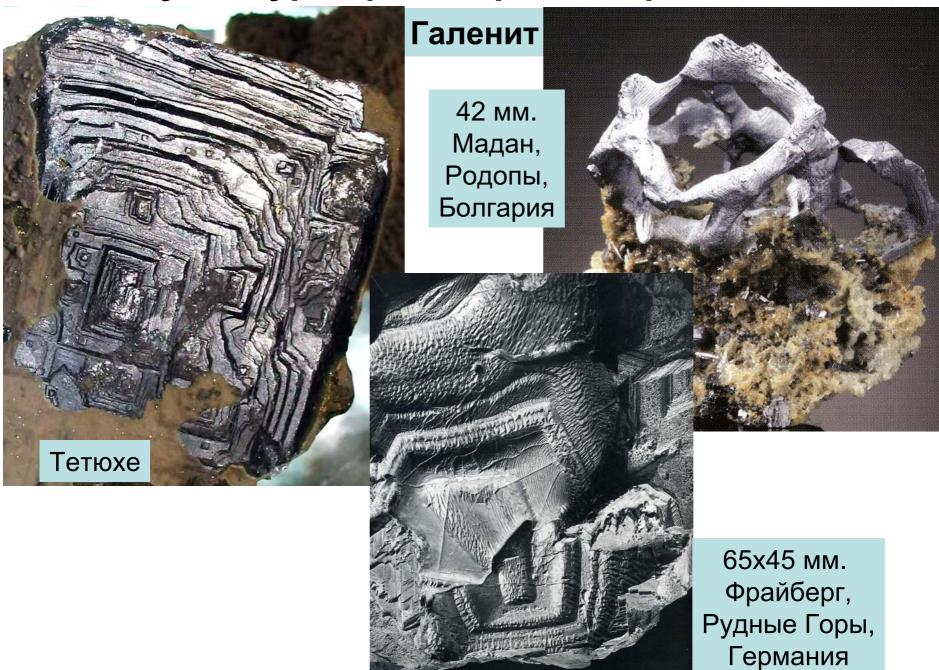


Турмалин - эльбаит. Гранитные пегматиты









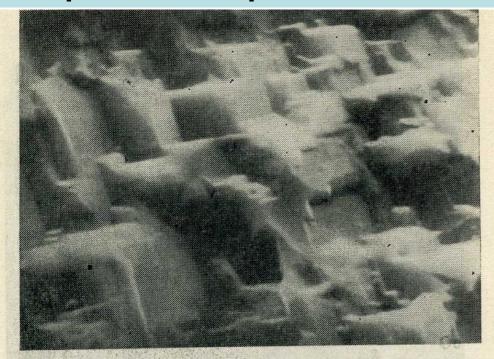
Галенит

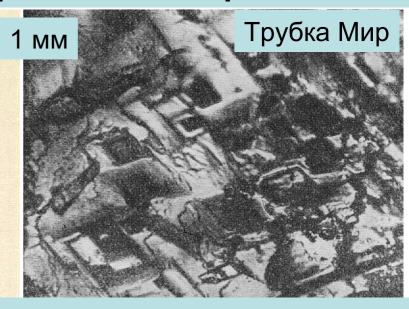




Галенит «объеденный». На него наросли возникшие за счёт свинца и серы галенита англезит (прозрачный), затем церуссит (белёсый). 80х60 мм. Цумеб, Намибия

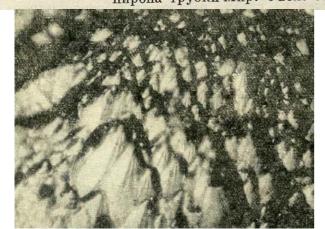
Пироп – мегакристаллы в кимберлитах. Е.В. Францессон





Ямки травления ромбической формы на поверхности кристалла

Микроскопический пирамидально-черепитчатый рельеф растворения на зерне пиропа трубки Мир. Увел. 500.



Конусы растворения. 1 мм



Черепитчатый рельеф на сильно растворенном зерне пиропа трубки Мир

Пироп – мегакристаллы в кимберлитах Якутии

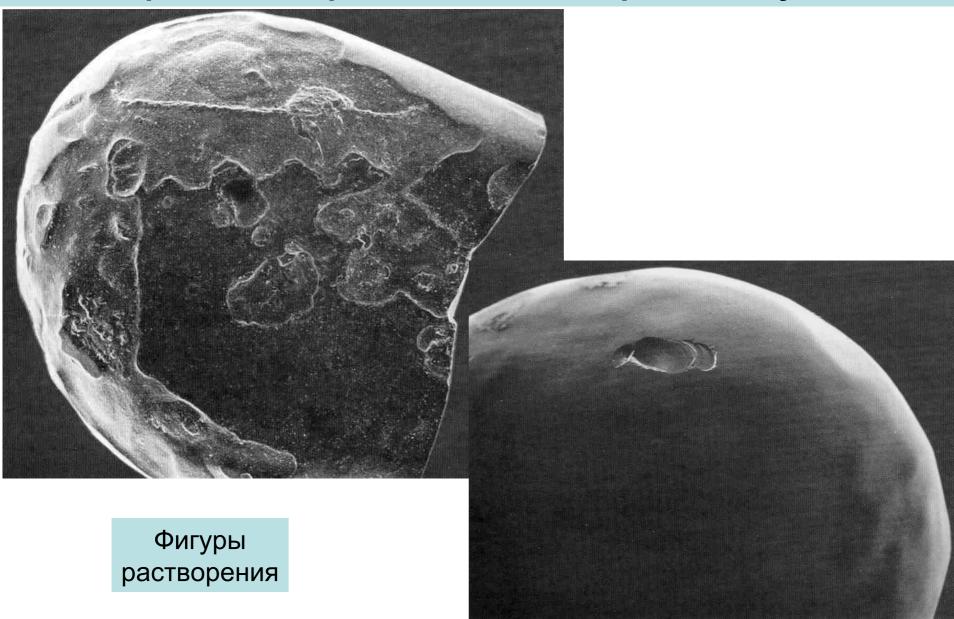
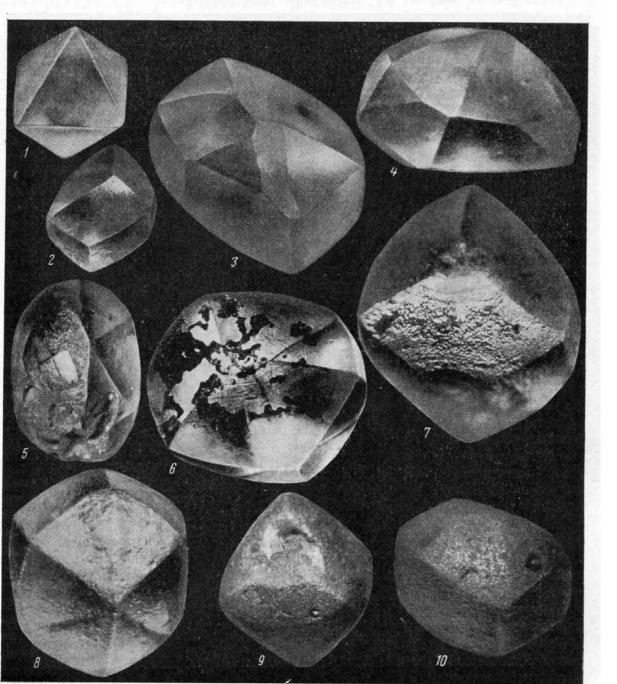


Рис. 53. Коррозионное матирование поверхности граней кристаллов алмаза (объяснение см. в тексте)

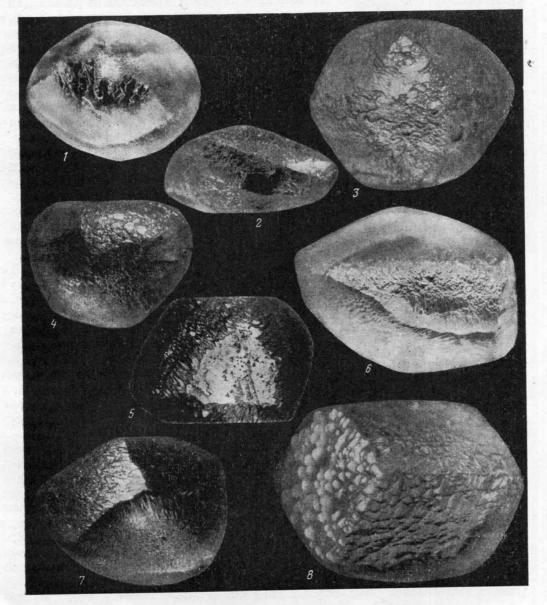


Фотографии из классической монографии -

Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука. 1984. 263 с.

Рис. 54. Изменение характера поверхности и формы кристаллов в процессе коррозии

1 — ромбическая сетка поверхностных трещинок на гранях додекаэдроида, образующаяся в самом начале коррозии; 2-4 — сильное разъедание поверхностных трещинок при развитии коррозии; 5 — характерные скульптуры, развивающиеся на грани (111) и кривогранных поверхностях в процессе коррозии; 6-8 — додекаэдроиды, грани которых имеют характерную коррозионную скульптуру, образованную сочетанием многочисленных клиновидных холмиков



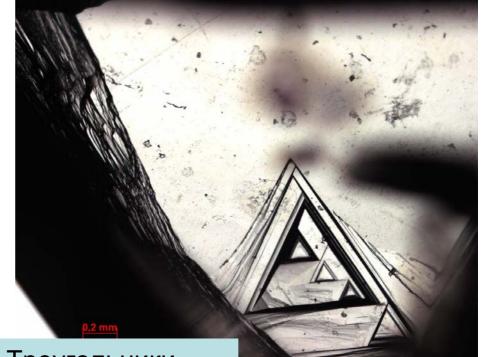
Скульптуры растворения кристаллов алмаза

Фотографии из классической монографии -

Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. М.: Наука. 1984. 263 с.



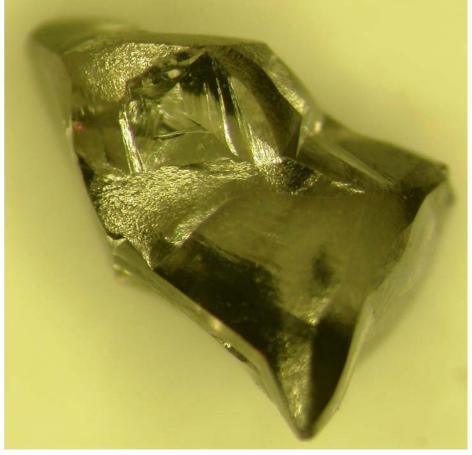
10x10 мм, 17.8 карат. Mato Grosso, Бразилия



Треугольники травления на гранях кристаллов



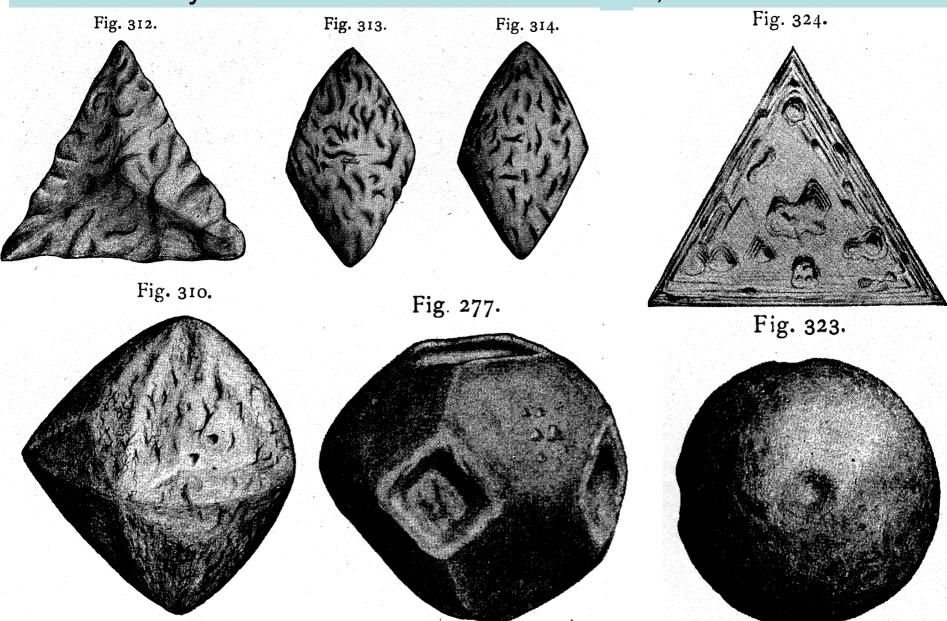




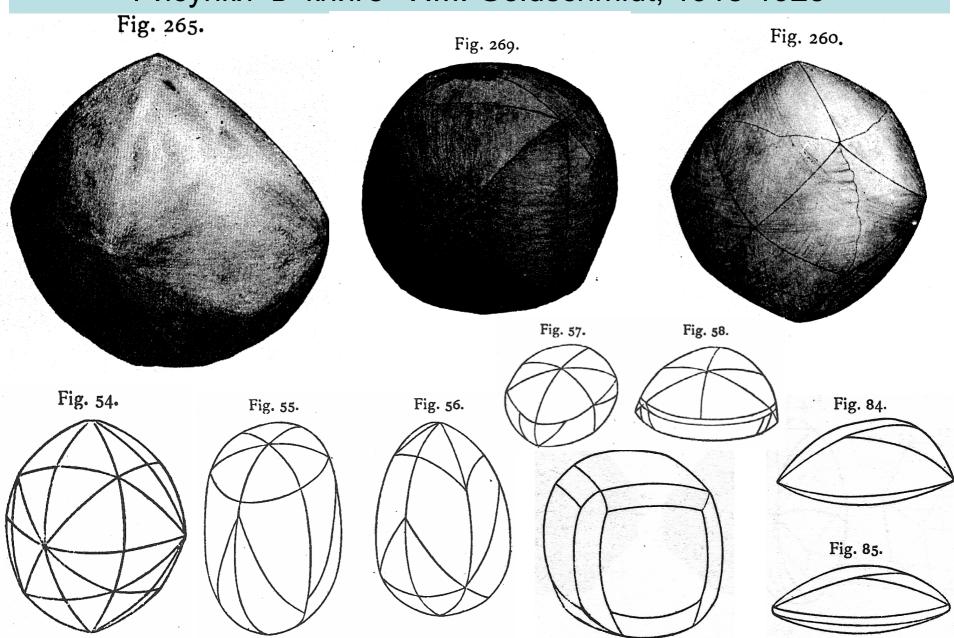
Следы травления – растворения по крайней мере двух стадий:

1. медленное растворение с образованием правильных и довольно крупных отрицательных пирамид; правый кристалл после этого был расколот; 2. быстрое растворение с образованием мелко бугорчатого рельефа

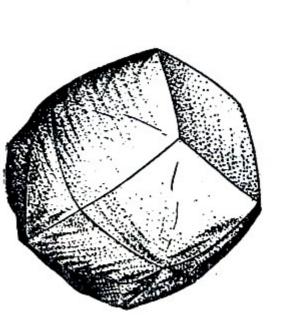
Рисунки в книге V.M. Goldschmidt, 1918-1923

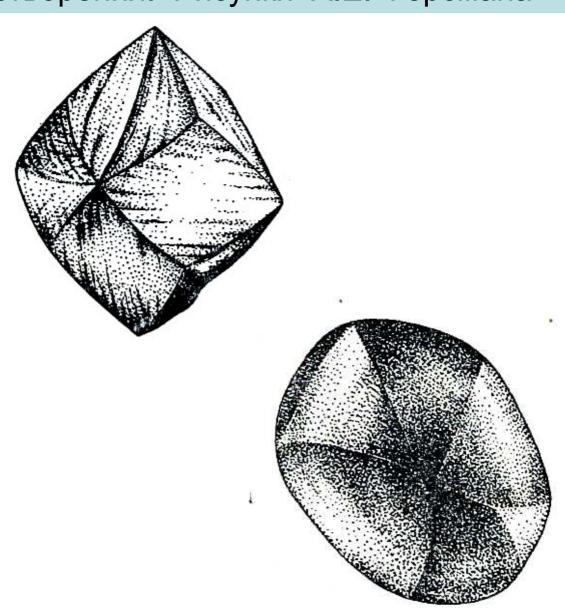


Рисунки в книге V.M. Goldschmidt, 1918-1923

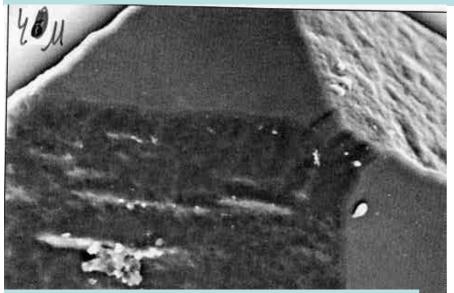


Додекаэдроиды растворения. Рисунки А.Е. Ферсмана



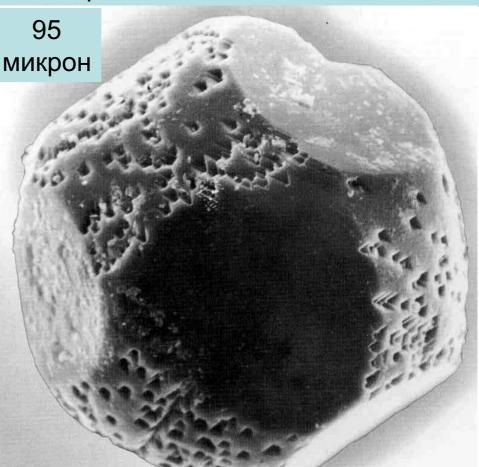


из парагнейсов и коровых эклогитов м-ния Кумдыколь, Кокчетавский массив, Северный Казахстан



40 микрон. Грани куба гладкие, грани октаэдра и ромбододекаэдра травленные

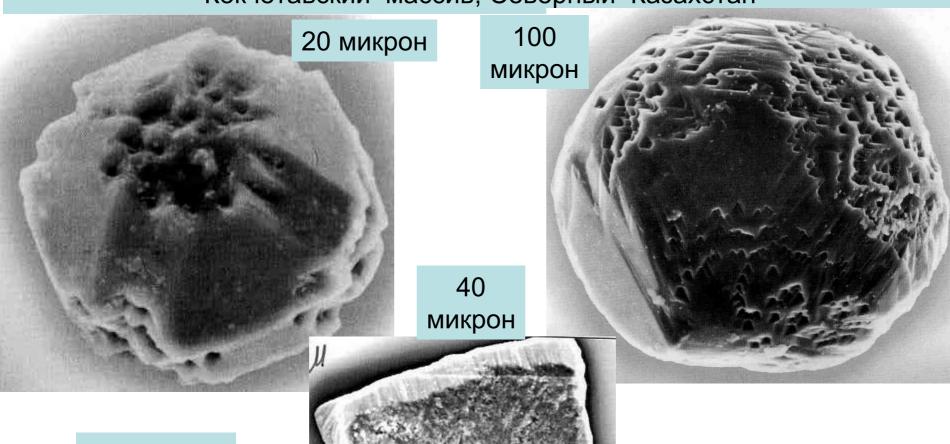




Избирательное травление различных граней кристаллов

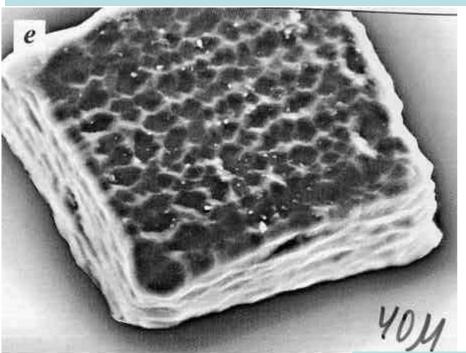
15 микрон

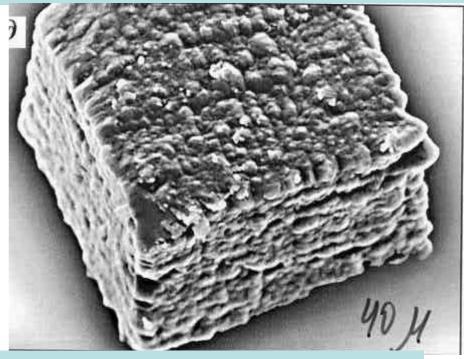
из парагнейсов и коровых эклогитов м-ния Кумдыколь, Кокчетавский массив, Северный Казахстан

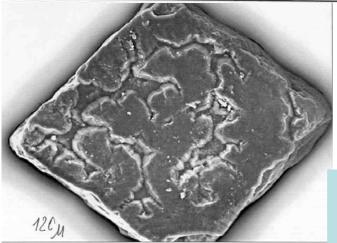


Различная скульптура различных граней

из парагнейсов и коровых эклогитов м-ния Кумдыколь, Кокчетавский массив, Северный Казахстан







Сильно травленные кубические кристаллы размером по 40 микрон

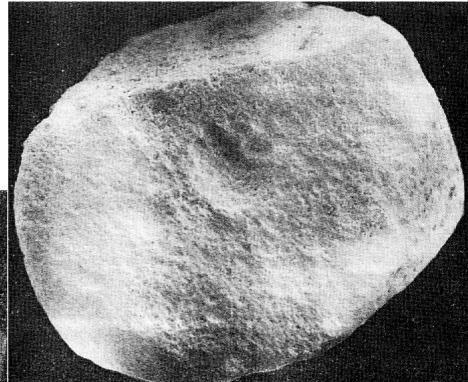
Каналы травления на сколе кристалла размером 120 микрон

в базальтовом расплаве

Сонин В.М., Багрянцев Д.Г., Фёдоров И.И., Чепуров А.И.

К вопросу об образовании коррозионных фигур на кристаллах алмаза // Геология и геофизика. 1994. Т. 35. № 6. С. 67-492.





Кристалл 2 мм. Температура расплава 1200° С, давление 1 атм., длительность опыта 26 часов

Ядра растворения в кристаллах

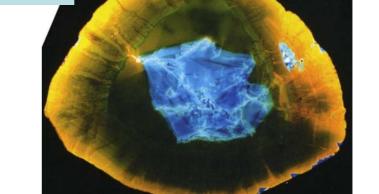
20 мм

Кварц

28 мм

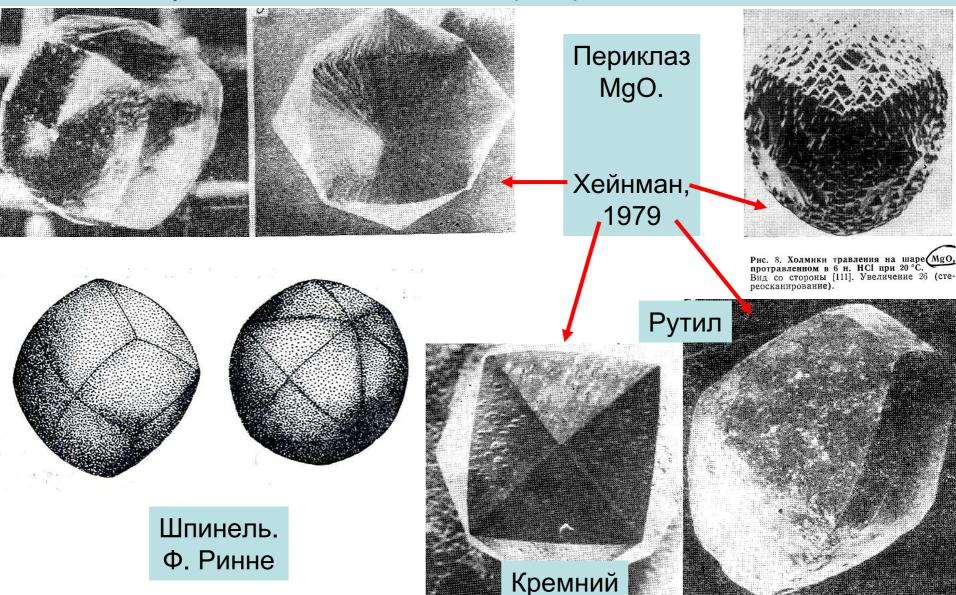


Флогопит. 61 мм. Ковдор

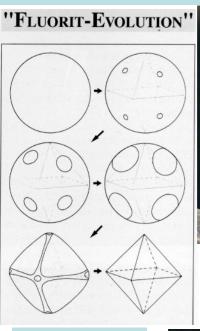


Турмалин из пегматитов Мадагаскара

Представляют интерес формы (скульптуры и тела) растворения искусственно выточенных шаров различных веществ



Представляет интерес природный процесс огранки шарообразных выделений минералов при их растворении



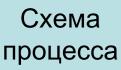


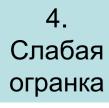




2. Шар 0.6 мм

3. Шар 1.7 мм. Начало огранки

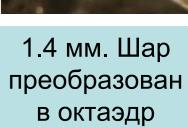








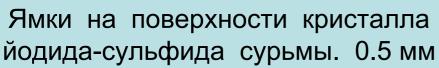
5 и б. 1.2 мм. Заметная огранка



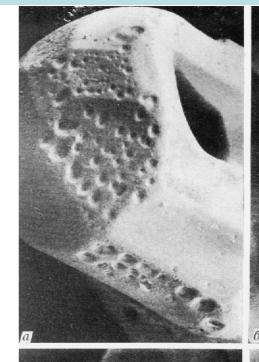
Флюорит из продушин в трахитах четвертичного возраста. Лаахер, Эйфель, Германия

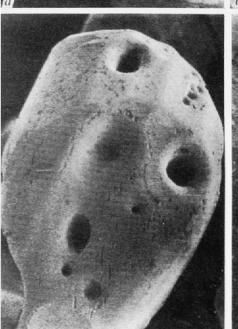
Поверхности испарения – сублимации

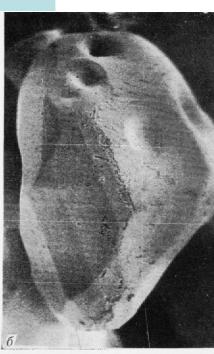




Ямки на поверхности кристаллов серы размером 0.2 мм. Из возгонов угольного пожара

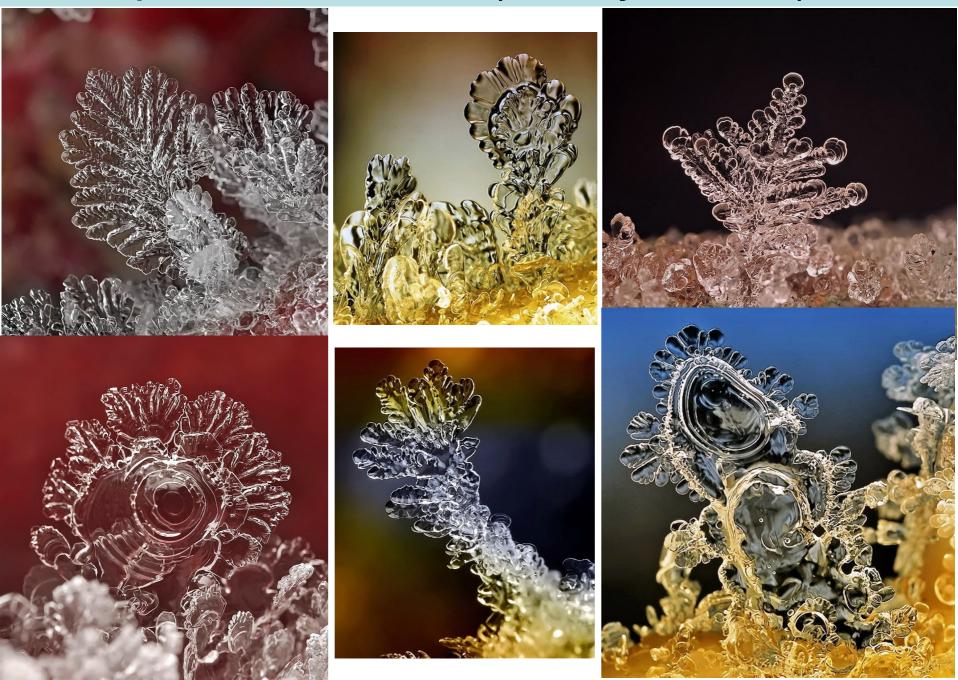








Поверхности оплавления (и/или сублимации) льда



Поверхности оплавления (и/или сублимации) льда







Жерло вулкана Авачинский со свежей лавой 1991 года и фумаролами, отлагающими самородную серу, которая часто тут же плавится

Поверхности оплавления самородной серы





Растворение кристаллов

Установление факта полного растворения кристаллов и сферолитов по форме отпечатков граней, индукционных поверхностей, по форме полостей среди сохранившихся от растворения минералов обычно не вызывает серьёзных затруднений, так же как и установления полного растворения ядер кристаллов. Трудности возникают при определении признаков полного растворения внешних зон кристаллов и сферолитов в друзовых полостях. Иногда растворение внешних зон кристаллов удаётся восстановить по следующим признакам: 1) сохранение реликтовых внешних границ кристаллов минералами — присыпками; 2) сохранение отпечатков от совместно растущих кристаллов при резко анизотропном растворении их внешних граней.

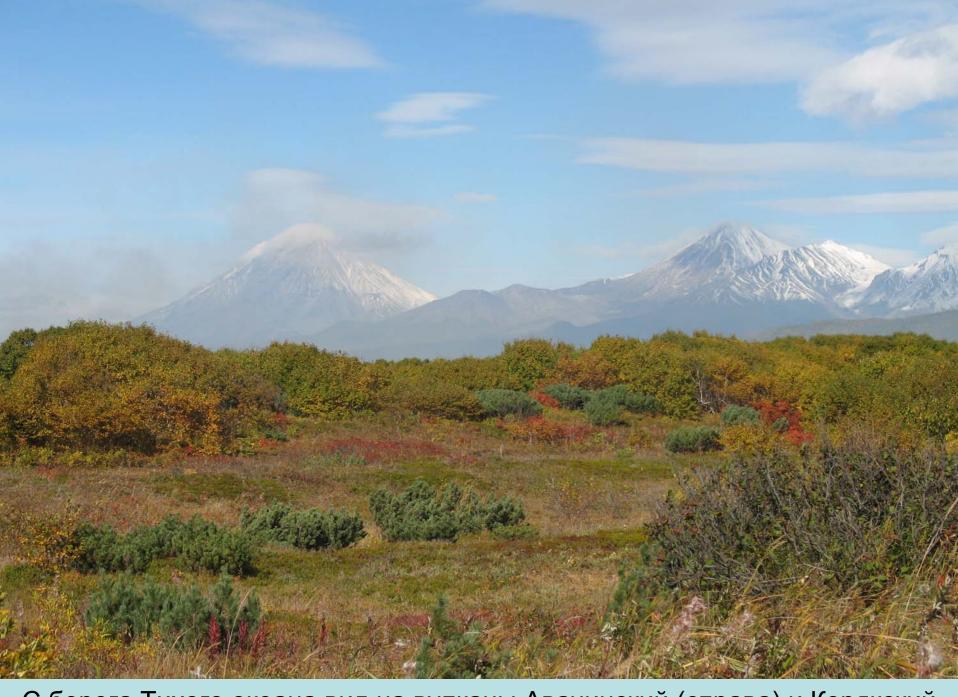
При явлениях полного растворения сохранение формы индивидов и структурных особенностей агрегата возможно во многих случаях: сохранение формы растворившегося минерала труднорастворимым зернистым агрегатом (тонкозернистый кварц по карбонату, бариту, флюориту ...; тонкозернистый пластинчатый барит по флюориту, карбонату...); сохранение формы корками труднорастворимых минералов (корки гематита, кварца.. – по бариту, карбонату, флюориту...); сохранение формы труднорастворимыми продуктами замещения или

Растворение кристаллов

фазовых превращений, которые развиты по внешним зонам роста, по трещинам спайности или по характерным плоскостям отдельности... (полые трубчатые псевдоморфозы аргентита – акантита по самородному серебру...).

Вид исчезнувшего минерала определяется:

- а) сопоставлением формы псевдоморфоз, пустот, структур текстур агрегатов в участках растворения с выделениями минералов в участках, не затронутых растворением;
- б) сопоставлением места исчезнувшего минерала в пространстве и во времени с соответствующими минералами, сохранившимися от растворения;
- в) установлением связи процессов регенерации и растворения (состав растворённого минерала может быть установлен по составу регенерированного);
- г) геохимическим анализом процесса (при неполном растворении за основу берутся реликты минерала).



С берега Тихого океана вид на вулканы Авачинский (справа) и Корякский