

Э.М. Спиридонов

Генетическая минералогия.

Онтогения. Агрегаты

020. Ортотропизм роста,
геометрический отбор,
параллельно-шестоватые агрегаты
1 и 2 типа по Д.П. Григорьеву

АГРЕГАТЫ

В природе отдельные кристаллы встречаются редко. Более распространены их различные срастания - агрегаты.

Минеральный агрегат есть совокупность соприкасающихся минеральных индивидов, жёстко закреплённых друг относительно друга в пространстве. Простые минеральные агрегаты состоят из синхронно выросших индивидов. Сложные минеральные агрегаты - из синхронно и последовательно выросших агрегатов. **Структура** минерального агрегата = его строение определяются формой, размерами и взаимными отношениями слагающих его индивидов. **Текстура** минерального агрегата (термин имеет двойную смысловую нагрузку) - в кристаллохимии и материаловедении - направление кристаллографической ориентировки слагающих его индивидов; в минералогии, петрографии и учении о полезных ископаемых - иное, известное Вам.

Монокристалльный индивид (в том числе кристалл с дислокациями и скелетный кристалл) представляют собой кристаллическое пространство, которое можно "обойти", оперируя законами пространственной решётки. Из одного индивида в другой нельзя перейти по соображениям симметрии, но и потому, что индивиды ограничены поверхностью раздела - дислокационной границей или другим нарушением непрерывности. Расщепляющийся в сферолит кристалл

АГРЕГАТЫ

является до тех пор "индивидом" = сферокристаллом, пока все слагающие его лучи связаны непрерывно в одно целое, позволяя обойти (хотя и с повторением хода) весь индивид. Как только в результате расщепления отдельные участки кристалла полностью отграничатся пространственно от остальных частей, он превращается в агрегат - сферолит.

В качестве критерия для выделения минерального агрегата принимается пространственная обособленность и структурно-текстурное равенство слагающих агрегат индивидов. Связь индивид - агрегат относительная, они относятся один к другому как часть к целому. Любой агрегат состоит из индивидов минералов и, в то же время, является составной частью агрегата более высокого порядка, выступая в нём как индивид. Агрегаты - это надкристаллические формы организации вещества атомов и молекул. Форма минеральных агрегатов в значительной степени зависит от размера индивидов. Минеральные агрегаты (МА) зернистые - крупно-, средне-, мелкозернистые и плотные = тонкозернистые. МА параллельно-шестоватые, лучистые, радиально-лучистые, листоватые, концентрические, сферолитовые, сфероидолитовые. Скопления сферолитов или оолитов МА - оолитовые, пизолитовые, сферолитовые агрегаты. В трещинах горных пород и на их поверхности часто развиты дендритовые поликристаллические МА. В открытых полостях - сталактитовые, гроздевидные, почковидные МА.

Рост минеральных агрегатов

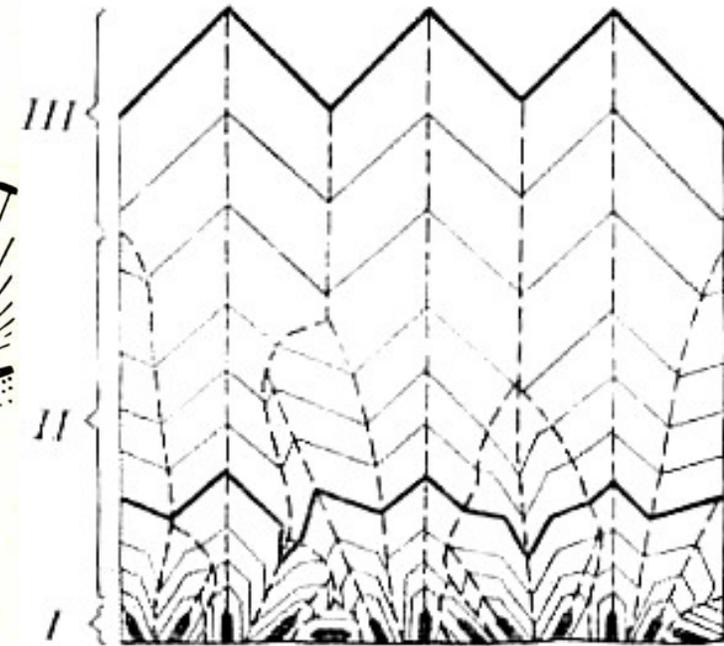
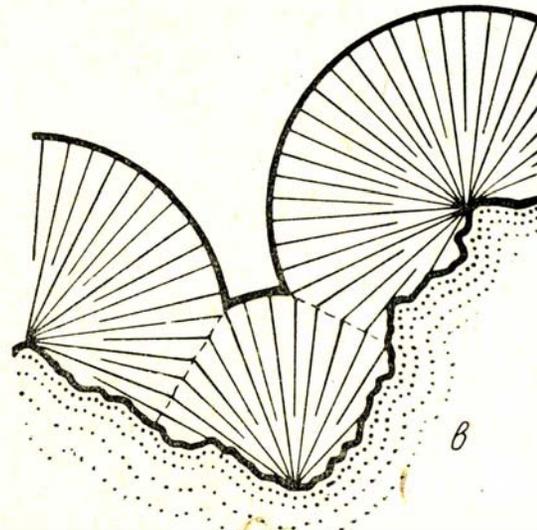
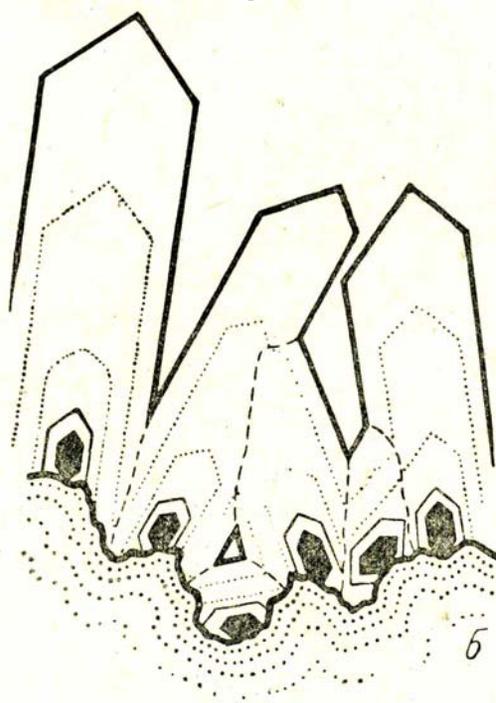
Минеральные агрегаты, как и индивиды минералов, проходят стадии зарождения, роста и изменения.

Ортотропизм = рост кристаллов преимущественно в направлении, перпендикулярном к плоскости или линии его зарождения. Причина ортотропизма чисто геометрическая: кристаллы растут произвольно в стороны только до тех пор, пока не приходят в соприкосновение друг с другом. В дальнейшем в ходе геометрического отбора выживают те из них, для которых направление максимальной скорости роста расположено перпендикулярно к субстрату. Стадии роста - отдельными кристаллами, друзовая, параллельно-шестоватыми агрегатами.

Процесс образования друз - незавершённый процесс заполнения пространства кристаллами. Рост может остановиться на любой стадии. В конечном итоге после отбора остаются индивиды, образующие параллельно-шестоватые агрегаты, рост которых может продолжаться бесконечно.

При росте на неровной поверхности субстрата тенденция к геометрическому отбору увеличивается как за счёт отсутствия преимущественной ориентировки зародышей, так и за счёт неодинакового их расположения в пространстве, благодаря чему более высоко расположенные зародыши оказываются в более выгодном положении.

Рост минеральных агрегатов

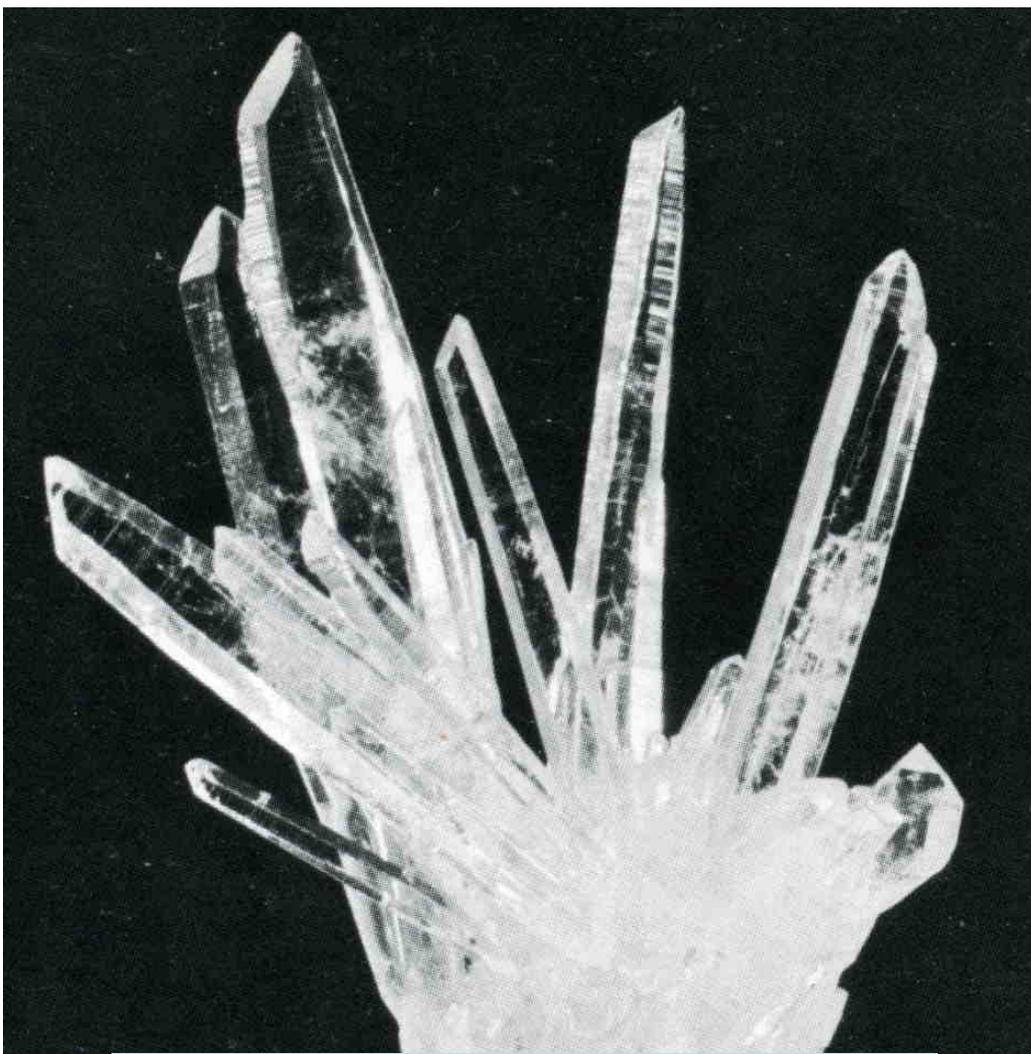


Стадии друзового роста кристаллов и сферокристаллов на неровной подложке

Рис. 53. Диаграмма и схема стадий группового роста кристаллов. По Д. П. Григорьеву (1961)

Стадии роста: *I* — отдельными кристаллами, *II* — друзовая с геометрическим отбором, *III* — параллельно-шестоватая; *P* — чело растущих индивидов, *L* — расстояние от поверхности нарастания

Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза горного хрусталя. 40 мм



Огромная друза пирита.
Huanczala, Перу



Друза гипса. 50 мм.
Рудна, Польша

Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза кварца. 130x70 мм. Лаврион, Греция

Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза аметиста и кальцита. 146 мм. Las Vigas, Veracruz, Мексика

Рост минеральных агрегатов. Друзы



Друза кальцита

Друза родохрозита



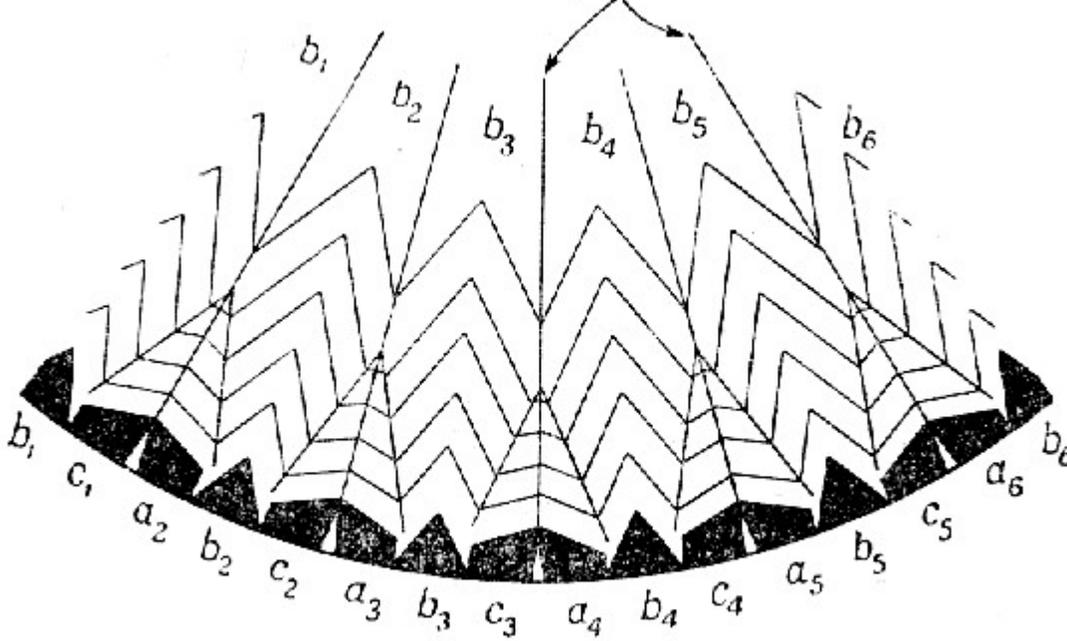
Рост минеральных агрегатов

Выявление зон геометрического отбора важно, поскольку становится ясен механизм роста данного минерального агрегата : это кристаллизация в открытом пространстве – скорость роста минерального агрегата меньше скорости приоткрывания полости путём тектонического раздвига и/или растворения, выщелачивания.

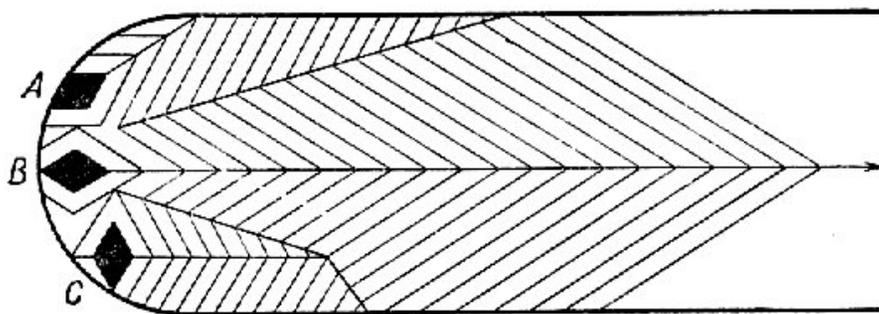
Надёжно определяется и направление роста минерального агрегата, то есть последовательность кристаллизации.

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

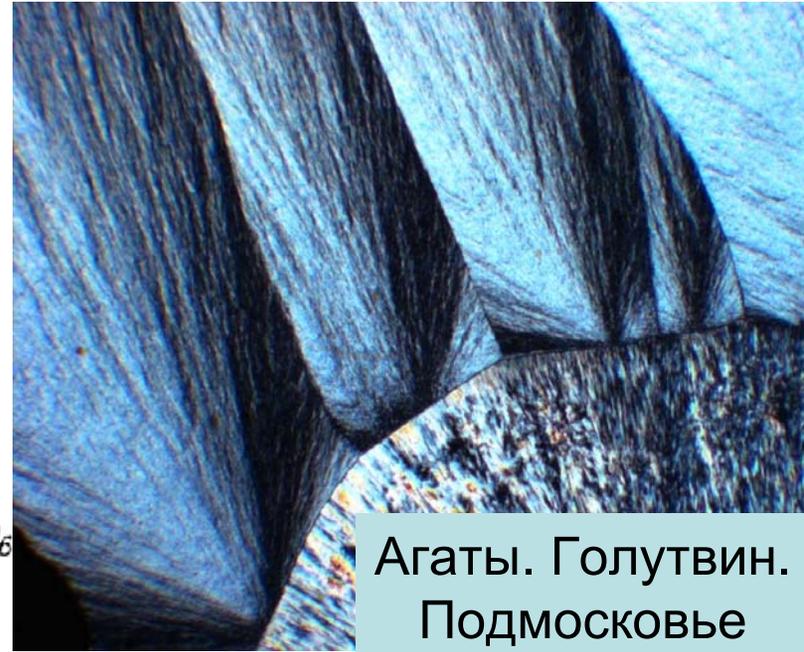
Границы между выжившими кристаллами



Ф и г. 114. Выживание столбчатых кристаллов металла в цилиндрической отливке.



Ф и г. 112. Вытеснение наиболее благоприятно расположенным в трубке зародышем кристалла других зародышей.

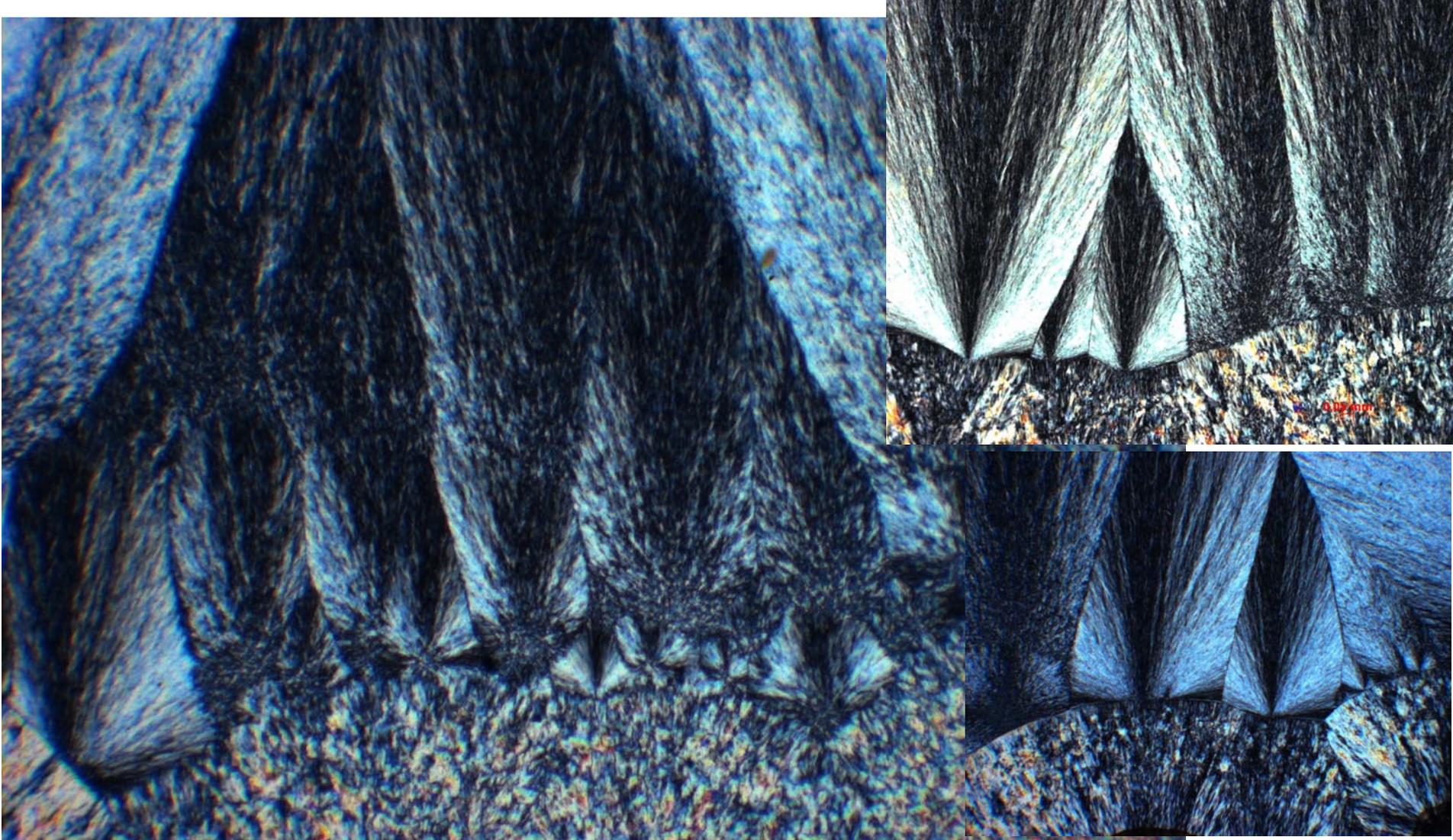


Агаты. Голутвин.
Подмосковье



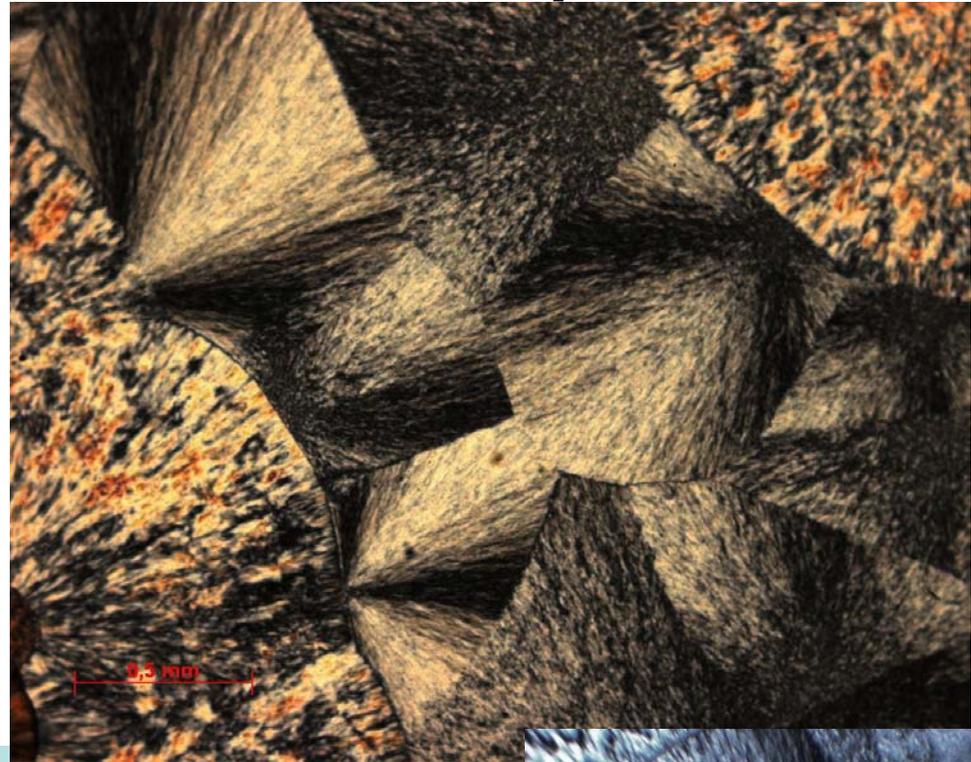
Никели
Х

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агрегаты расщеплённого кварца выросли на халцедон.
Агаты Голутвино, Подмосковье. Николи х

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агрегаты
расщеплённого
кварца
наросли на
халцедон.
Агаты Голутвино,
Подмосковье.
Николи х



Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

Афганистан



Рис. 2. Ориентировка клевеландита в лепидолито-альбитовых пегматитах.

1 — кварцево-сланцевые сланцы, 2 — клевеландит, 3 — мелкозернистый лепидолито-альбитовый агрегат.

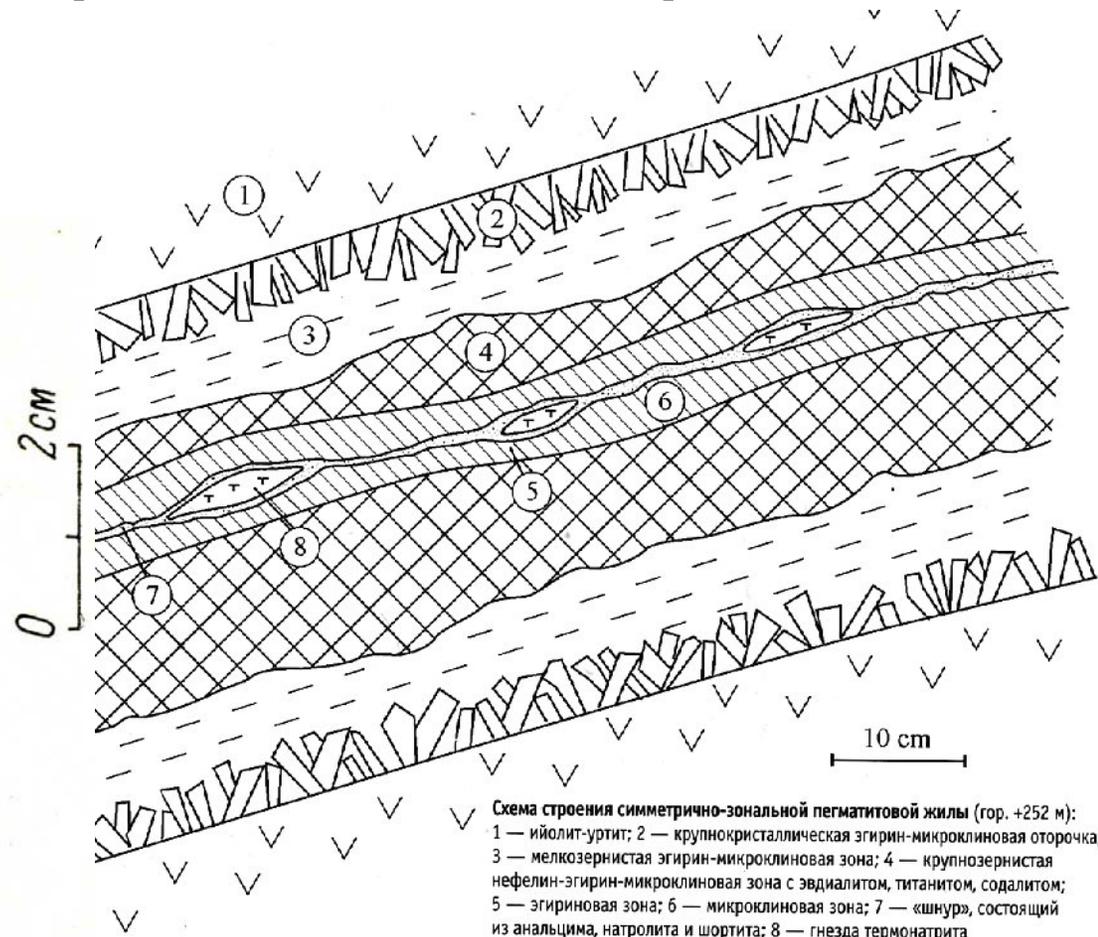


Схема строения симметрично-зональной пегматитовой жилы (гор. +252 м):
1 — ийолит-уртит; 2 — крупнокристаллическая эгирин-микрклиновая оторочка;
3 — мелкозернистая эгирин-микрклиновая зона; 4 — крупнозернистая нефелин-эгирин-микрклиновая зона с эвдиалитом, титанитом, содалитом;
5 — эгириновая зона; 6 — микрклиновая зона; 7 — «шнур», состоящий из анальцима, натролита и шортита; 8 — гнезда термонатрита

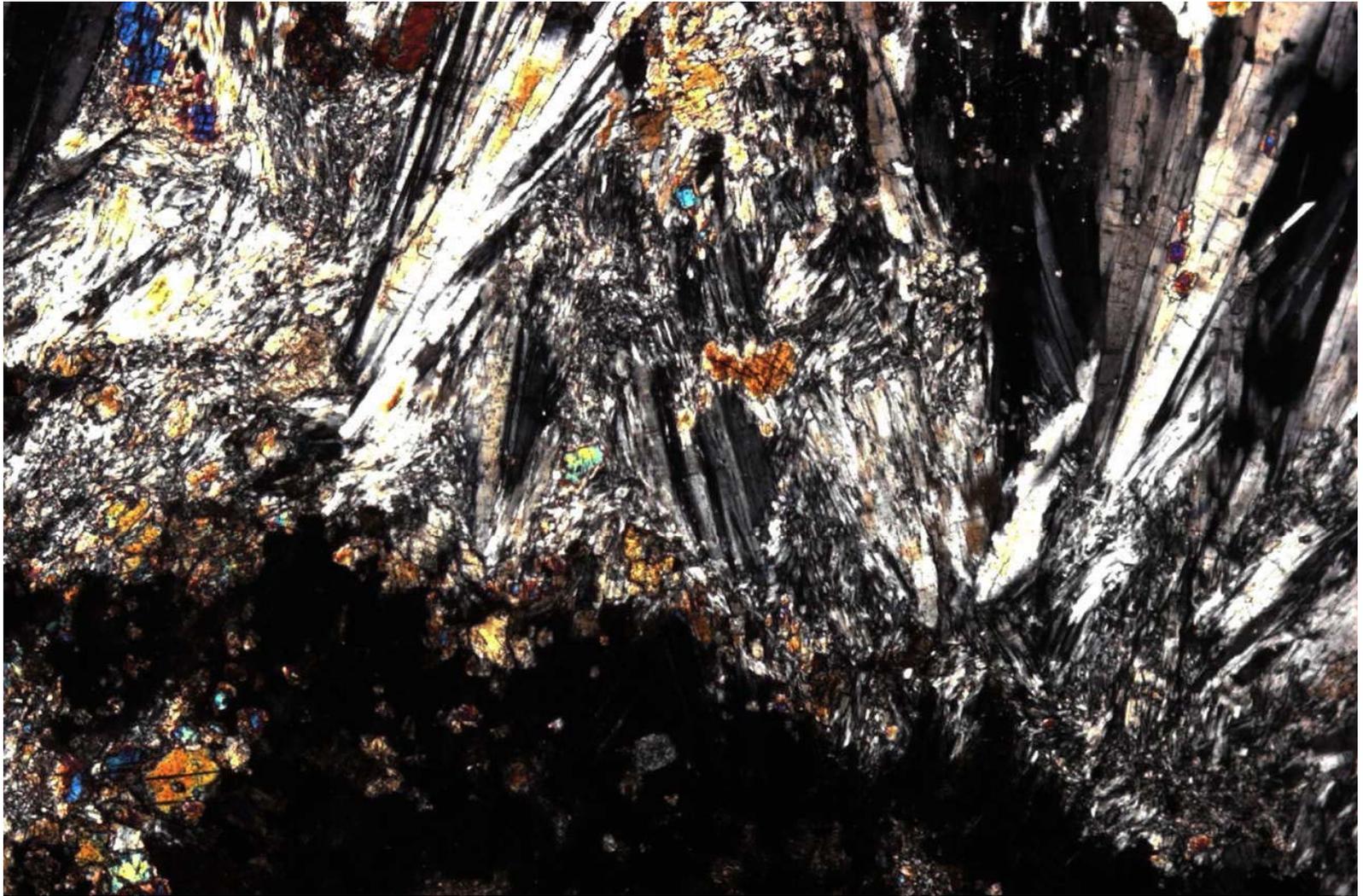
Кукисвусчорр, Хибины

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



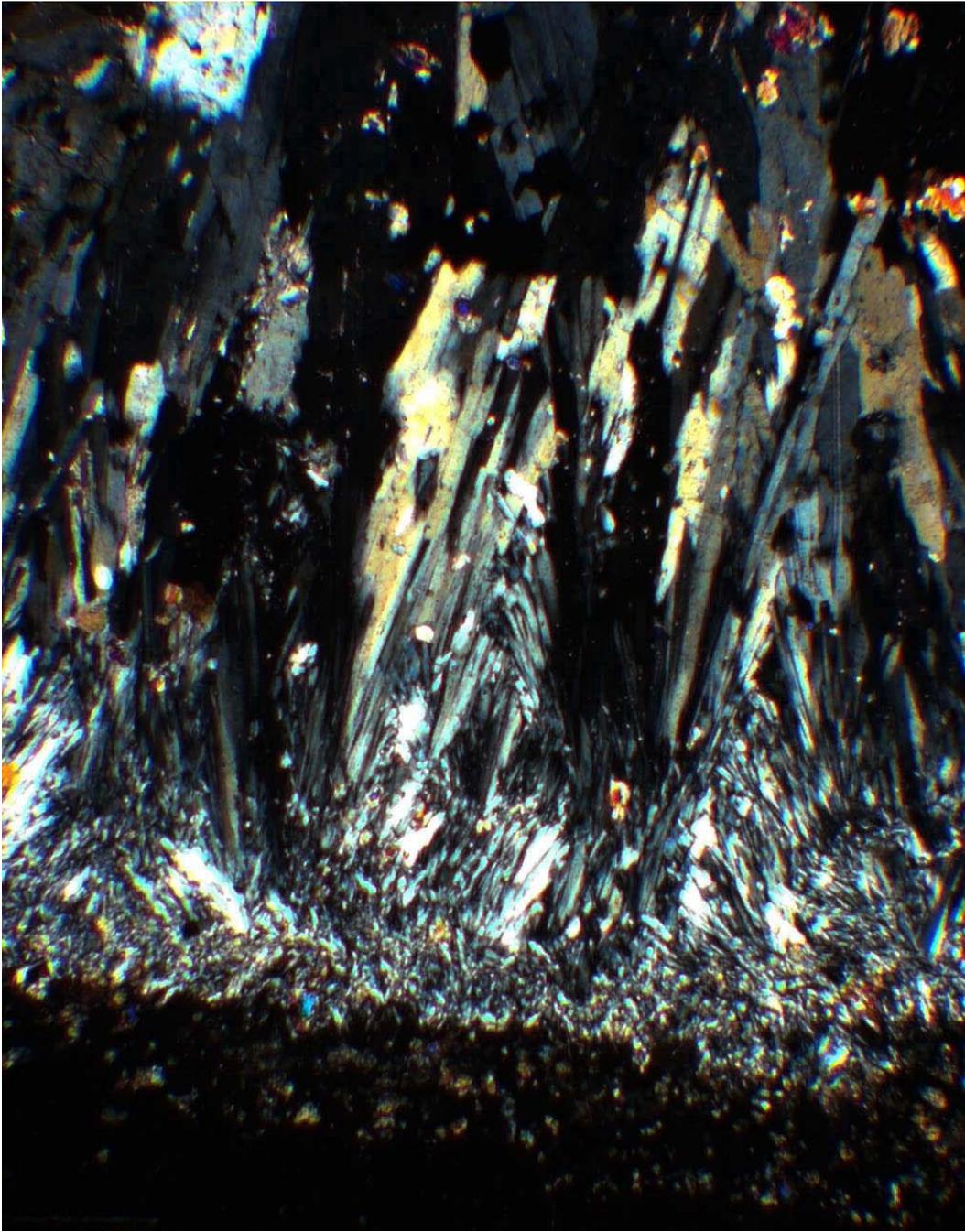
Поперечный срез
аметистового
сталактита.
На ядро сталактита
наросли друзы
гётита с зоной
геометрического отбора

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Зона геометрического отбора в агрегате волластонита.
Жила известковых скарнов (волластонит+гроссуляр+диопсид) в мраморах.
Тырны-Ауз. Шлиф. Николи х

Рост минеральных агрегатов



Зона геометрического отбора в агрегате волластонита. Жила известковых скарнов (волластонит+гроссуляр+диопсид) в мраморах. Таким образом, это агрегаты роста, а не замещения (растворение мраморизованных известняков опережает рост агрегатов скарновых минералов).
Тырны-Ауз.
Шлиф. Николи х

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Огромная друза данбурита – зона геометрического отбора. Бороносные известковые скарны. Тетюхе, Дальний Восток

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

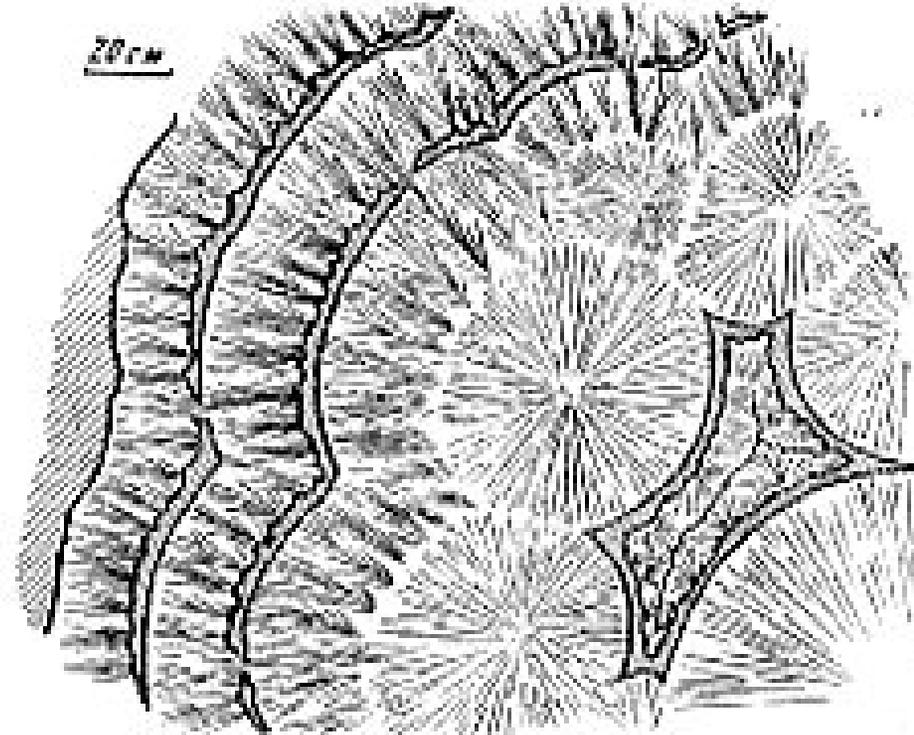
На зернистый агрегат железистого сфалерита вырос агрегат марганцовистого геденбергита с зоной геометрического отбора. На него выросли халькопирит + сфалерит. Известковые скарны с сингенетическим полиметаллическим оруденением.

Тетюхе, Дальний Восток



115 мм

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



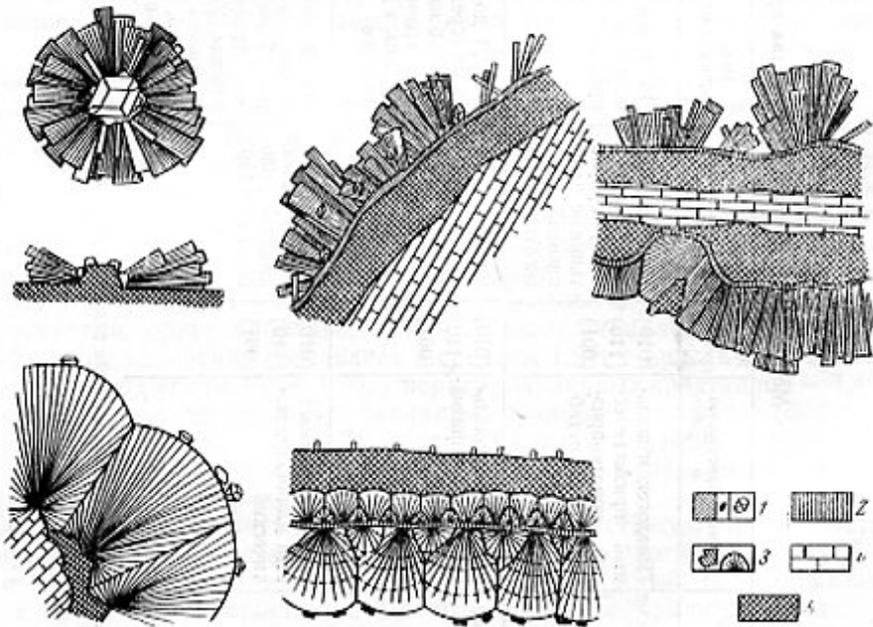
Фиг. 1. Геденбергит-сульфидные сферолитовые и полосчатые текстуры

Лучистые агрегаты — геденбергит, косая штриховка — сульфиды, зарисовка стенки штольни.

Почковидные гигантозернистые агрегаты марганцовистого геденбергита. В основании каждого нового слоя скарнов проявлены зоны геометрического отбора. Таким образом, это агрегаты роста, а не замещения (растворение мраморизованных известняков опережает рост агрегатов скарновых минералов).

Известковые скарны с полиметаллическим оруденением. Месторождение Тетюхе (Дальнегорское), Дальний Восток

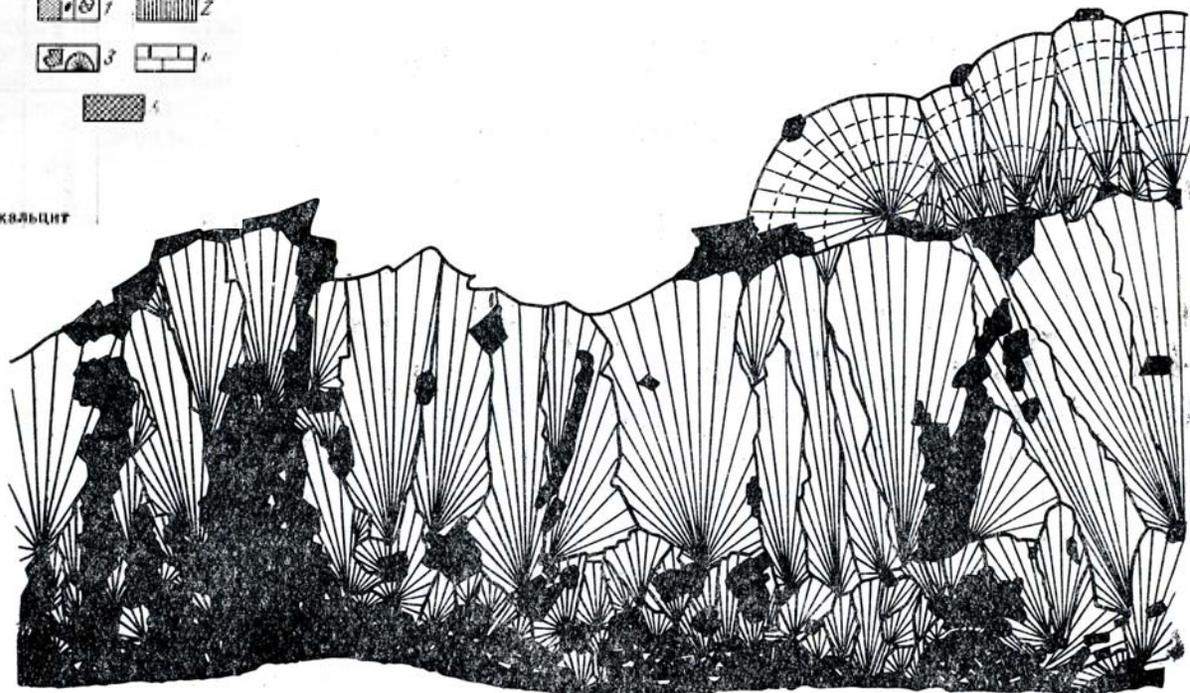
Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Корки расщеплённых кристаллов
арагонита с зонами
геометрического отбора.
Чёрное - сера

Фиг. 7. Морфология агрегатов арагонита из Шорсу
1 — сера; 2 — кальцит; 3 — арагонит; 4 — известняк; 5 — мелкозернистый кальцит

Месторождение
самородной серы
Шор-Су, Узбекистан



Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

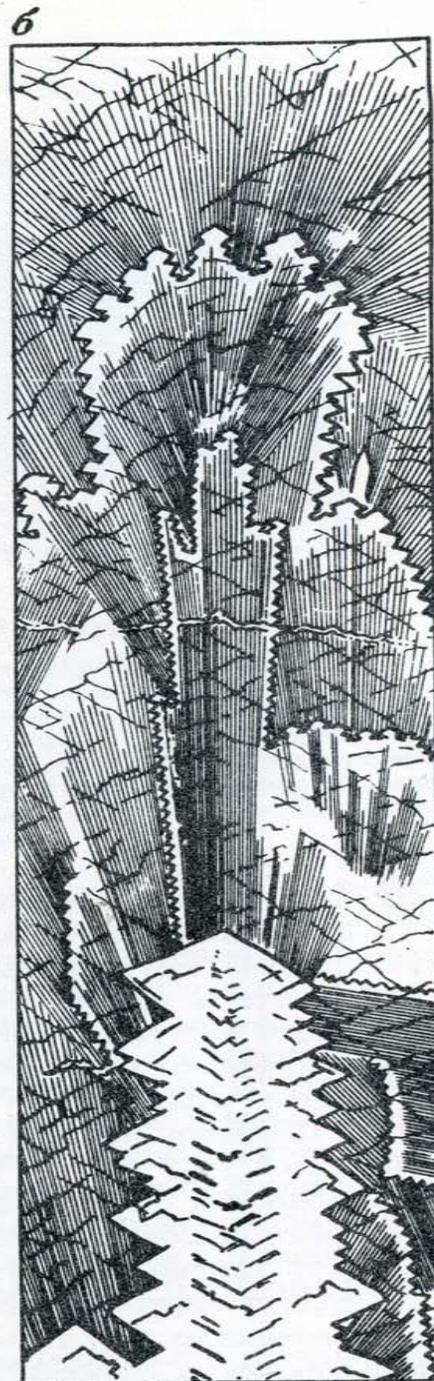


Рис. 56. Марганцовистый кальцит. Лешетице, Пршибрам. Зарисовки

а — ритмическое чередование скрытокристаллического (точки) и лучистого (белое) кальцита *МК* (первые три зоны снизу: сидерит, анкерит, доломит). Полированный, протравленный соляной кислотой штафф (увел. 2); *б* — структура доломитизированного кальцита *МК* — признаки сферокристаллического роста. Прозрачный шлиф (увел. 70)

Крустификационные карбонатные жилы.
Пршибрам, Чехия
(по Ю.М. Дымкову)

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора

Крустификационные карбонатные жилы.
Пршибрам, Чехия
(по Ю.М. Дымкову)

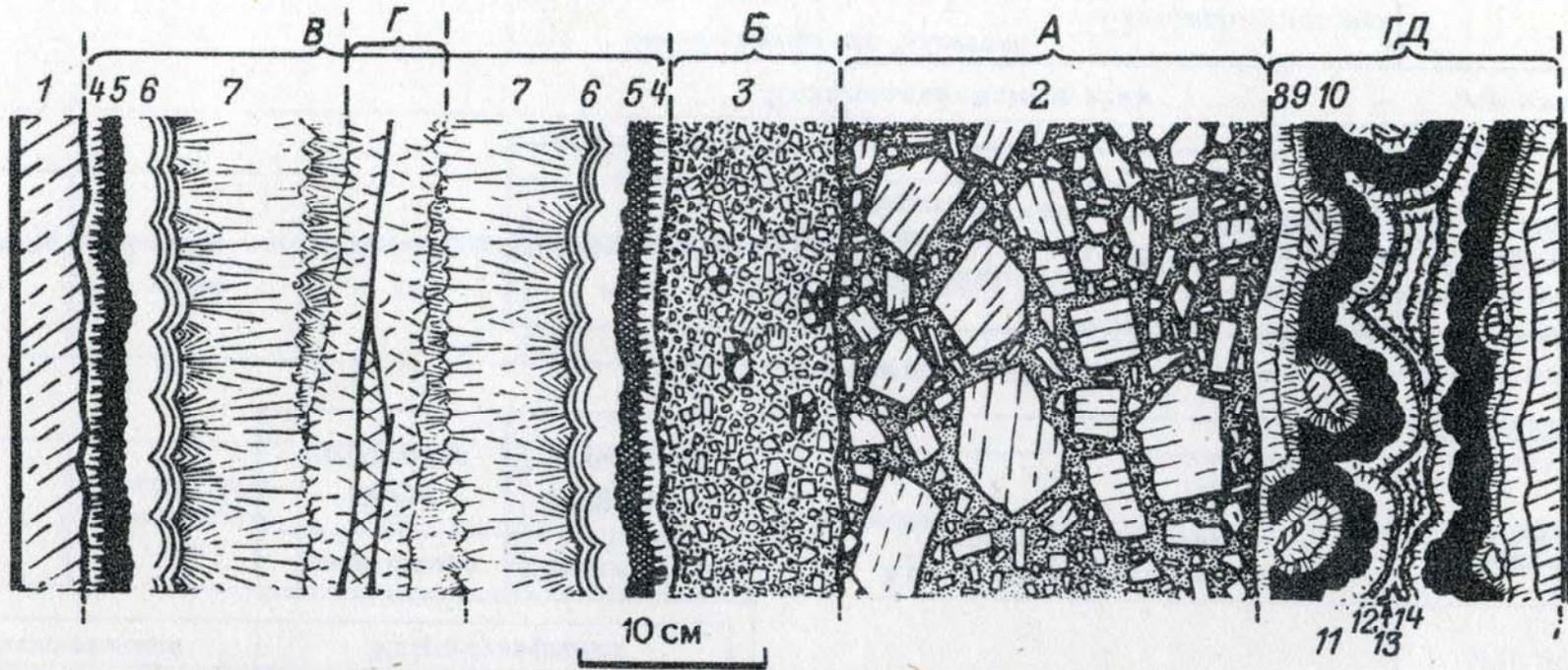
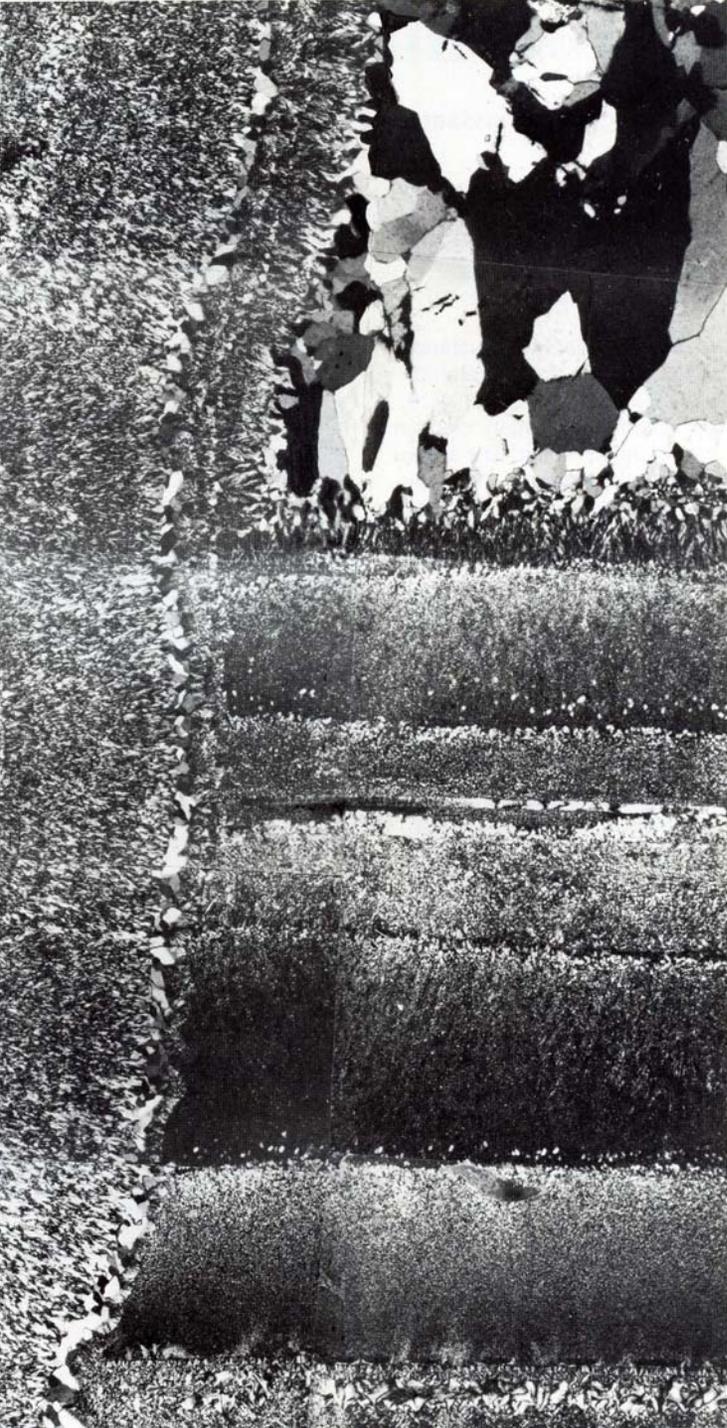


Рис. 4. Поперечный разрез центральной части раздува жилы Vt_1 (V гор., Пршибрам)

А – брекчия (обломки роговиков, сцементированные тонкозернистым кварцем); Б – обломки пород и кварца, сцементированные мелкозернистым сидеритом; В – крустификационная сидерит-анкерит-кальцитовая жила; Г – прожилок позднего кальцита с пиритом; ГД – крустификационная кальцитовая жила; 1 – роговик; 2 – тонкозернистый кварц; 3 – мелкозернистый сидерит; 4 – сидерит столбчатый; 5 – розовый анкерит; 6 – кальцит МК; 7 – столбчатый кальцит K_2 ; 8 – бледно-розовый кальцит K_5 ; 9 – белый кальцит K_5 ; 10 – марказит столбчатый; 11 – белый крупнокристаллический кальцит K_5 ; 12 – оранжевый кальцит K_5 ; 13 – серый тупоромбоздрический кальцит K_5 ; 14 – друзовая пустотка

Рост минеральных агрегатов. Зоны геометрического отбора



Агат уругвайского типа.

В основании каждого
следующего слоя халцедона
зона
геометрического отбора.

Таким образом,
каждый следующий слой
растёт из новой
(или обновлённой)
порции раствора

Рост минеральных агрегатов

В ходе геометрического отбора выживают те из кристаллов, для которых направление максимальной скорости роста расположено перпендикулярно к субстрату. В конечном итоге после отбора остаются индивиды, образующие параллельно-шестоватые агрегаты, рост которых может продолжаться бесконечно. Образованные таким образом параллельно-шестоватые агрегаты 1 типа по Д.П. Григорьеву – агрегаты, возникшие в условиях относительно свободного роста на подложке - субстрате в полостях, когда скорость роста минерального агрегата меньше скорости раскрытия этой полости. Способ питания растущих кристаллов со стороны их головок. Рост обычно симметричный по обеим сторонам жильной трещины.

Итак, признаки параллельно-шестоватых агрегатов 1 типа: в основании зона геометрического отбора; одинаковая ориентировка кристаллов в параллельно-шестоватой зоне, то есть в направлении наибольшей скорости роста, это главные оси кристаллов данного минерала; эта зона покрыта выставляющимися из агрегата головками кристаллов - у кварца это вершины ромбоэдров.

Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 1 типа по Д.П. Григорьеву

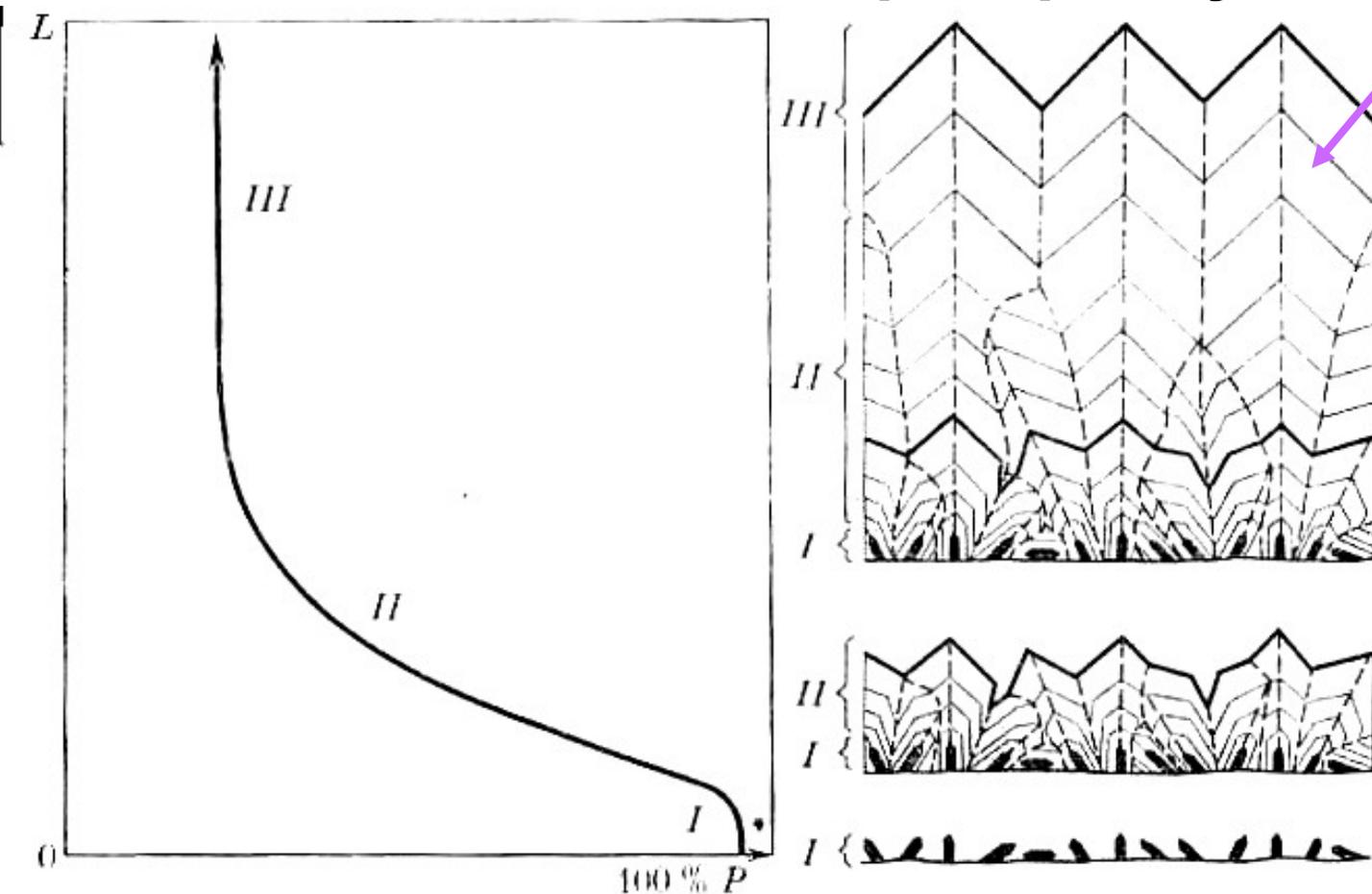
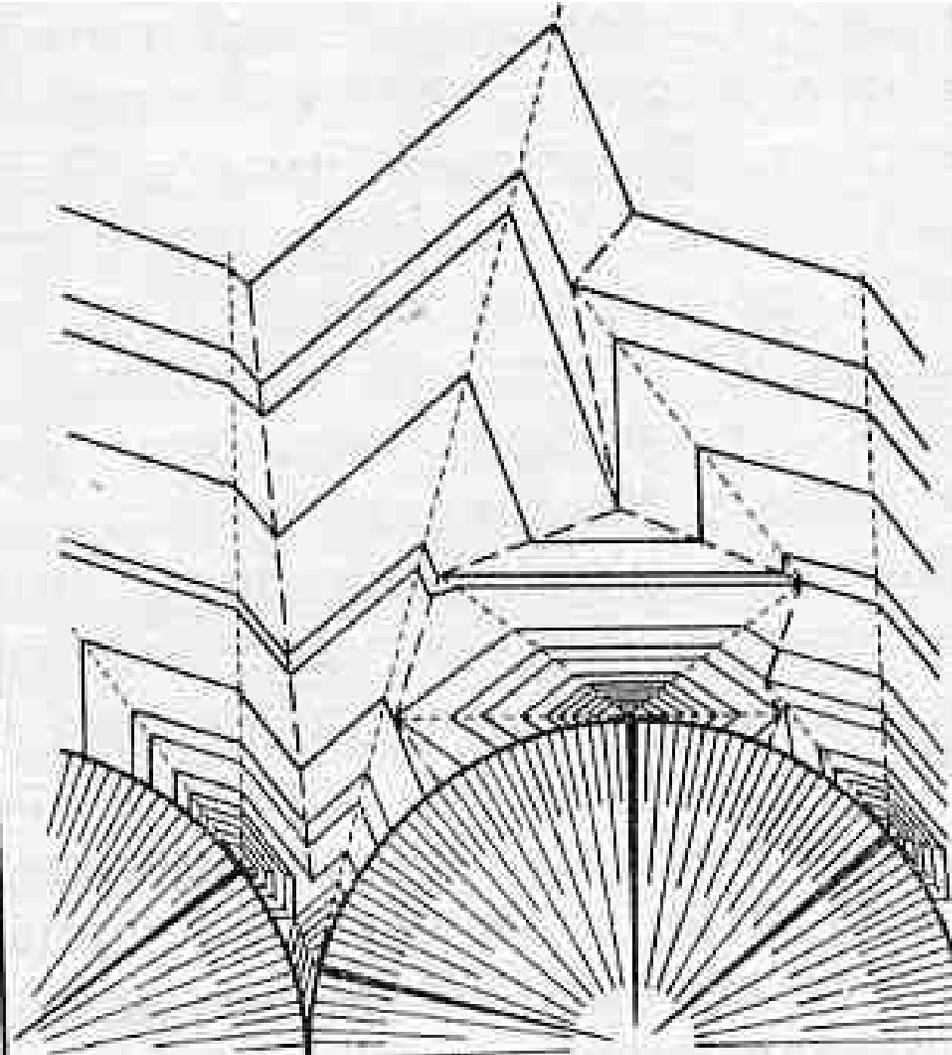


Рис. 53. Диаграмма и схема стадий группового роста кристаллов.
По Д. П. Григорьеву (1961)

Стадии роста: I — отдельными кристаллами, II — друзовая с геометрическим отбором, III — параллельно-шестоватая; P — число растущих индивидов, L — расстояние от поверхности нарастания

Рост минеральных агрегатов



Обычно рост происходит при пассивном взаимодействии с подложкой - субстратом. Рост друз при активном взаимодействии с кристаллическим субстратом хорошо изучен на примере кварца, выросшего на подложке халцедона. Мы его уже рассматривали - первый "слой" кристаллов кварца лежит на сферолитах халцедона. При дальнейшем росте с учётом геометрического отбора = борьбы за пространство вырастают кристаллы кварца из зазоров, щелей между сферолитами. Далее стандартная картина. Ещё пример - ориентированное нарастание кварца на кристаллы щелочного полевого шпата.

Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву

Иной тип - параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Это агрегаты без закономерной кристаллографической ориентировки шестиков кристаллов относительно их удлинения. Они образуются в условиях стеснённой кристаллизации без явлений геометрического отбора. Здесь скорость приоткрывания трещин меньше скорости роста кристаллов по любому кристаллографическому направлению. Приоткрывание возникшей трещины происходит мелкими толчками с амплитудой в десятые - сотые доли мм, что фиксируется иногда слоями включений в кристаллах. По этой причине каждый кристалл, независимо от его ориентировки, успевает подрасти любым своим кристаллографическим направлением вслед за отодвигающейся стенкой трещины. Нет геометрического отбора, нет и головок кристаллов. Необходимые условия медленного раздвигания стенок трещины чаще создаются не вследствие тектонических подвижек, а как результат кристаллизационного давления растущих кристаллов. Следовательно, питание растущих кристаллов происходит «пяткой» за счёт растворов по порам и микротрещинам.

Рост минеральных агрегатов. Параллельно – шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву

Такие агрегаты не всегда мономинеральные. Нередко их слагают два или более одновременно (!) выросших минерала.

В процессе заполнения жильных трещин параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа обычно отвечают ранней стадии формирования жил и их краевым частям.

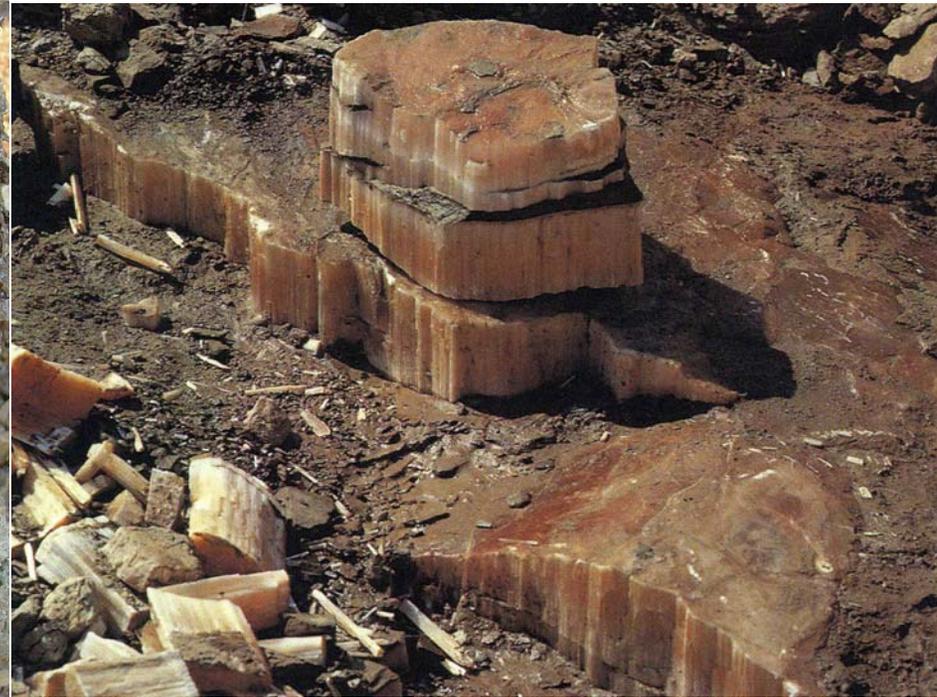
Нередко агрегаты 1 и 2 типа чередуются в объёме жил.

Сколь угодно широко развиты также агрегаты массивные, то есть без предпочтительной, в том числе без параллельной, ориентировки индивидов, В таких агрегатах естественно отсутствуют явления геометрического отбора.

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Гипс



Жилы гипса в
коре выветривания
колчеданного
месторождения
Блява, Юж. Урал



Жилообразные прослои
гипса-селенита
в глинисто-песчаных породах
пермского возраста.
Река Сылва,
Пермское Приуралье

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Гипс



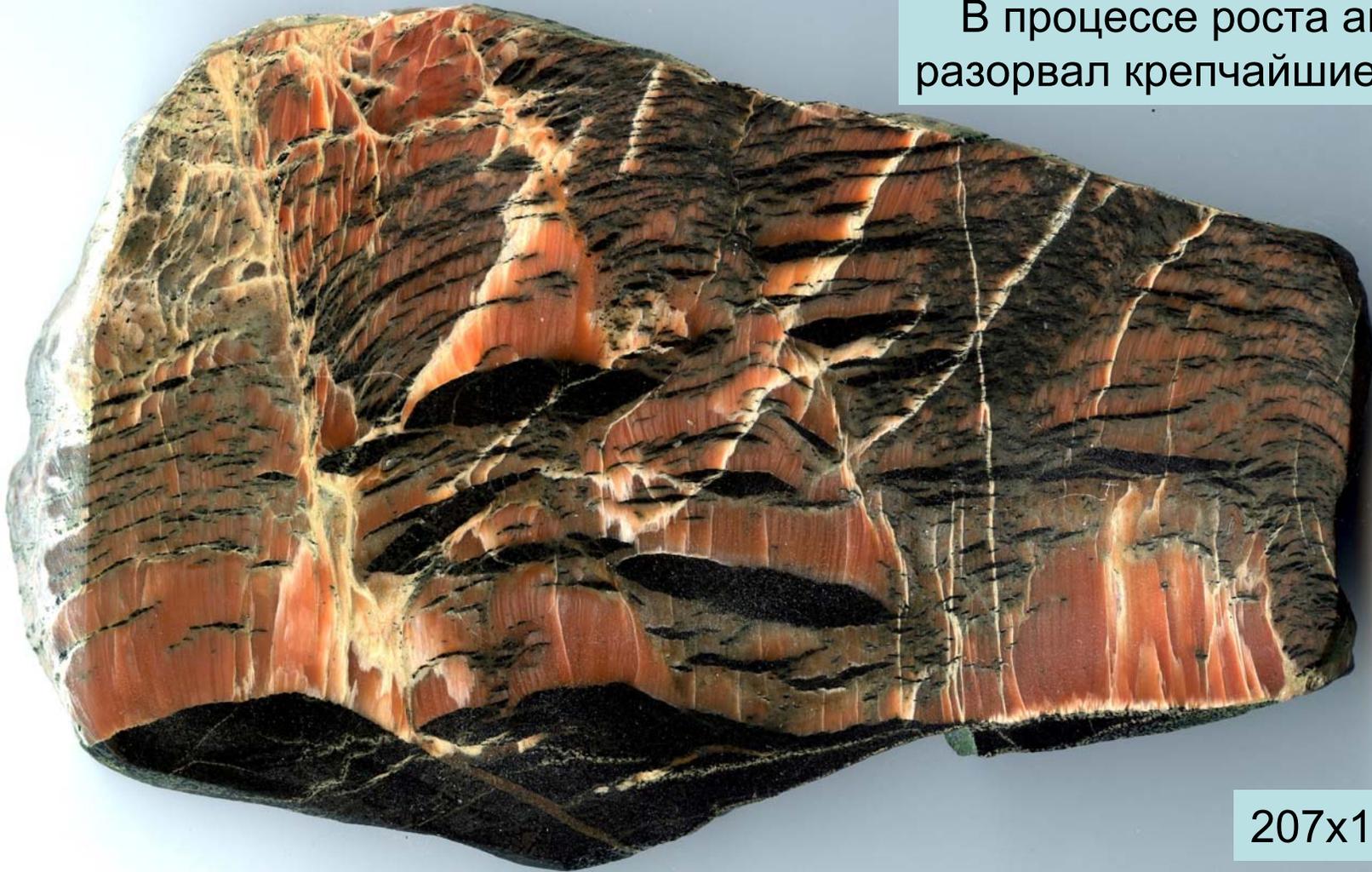
Гипс-селенит. 57 мм.
Эльзас. Франция



Гипс-селенит.
Пермское Приуралье

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Ангидрит

В процессе роста ангидрит
разорвал крепчайшие роговики



207x132 мм

Ангидрит-селенит. Рудник Таймырский, Норильское рудное поле

Улексит $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6]\cdot 5(\text{H}_2\text{O})$



Ворон, Калифорния, США

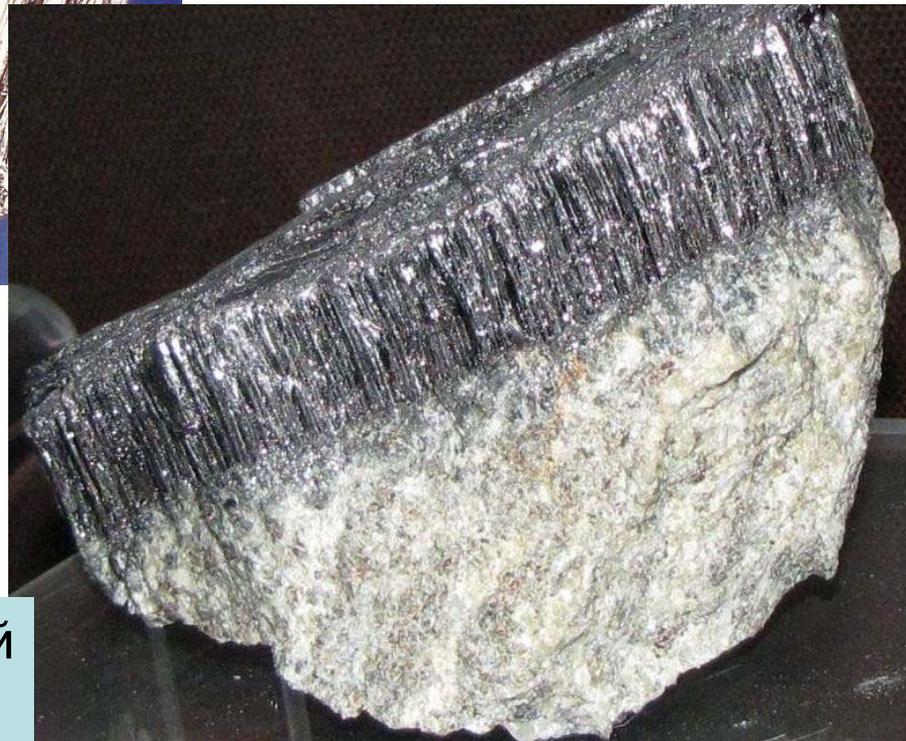
Улексит оптический,
световодный =
параллельно-шестоватые
агрегаты 2 типа
по Д.П. Григорьеву.
Нитевидные кристаллы



Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Графит



50 мм. Цейлон



Жила в гнейсах гранулитовой
фазии. Богол, Цейлон

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Хризотил-асбест



Добжина, Словения

Жилы хризотил-асбеста в апогарцбургитовых антигоритовых серпентинитах

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Антигорит



Жилы в антигоритовых серпентинитах. Сарановское, Западный Урал

Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Антигорит



113 мм



1450 мм

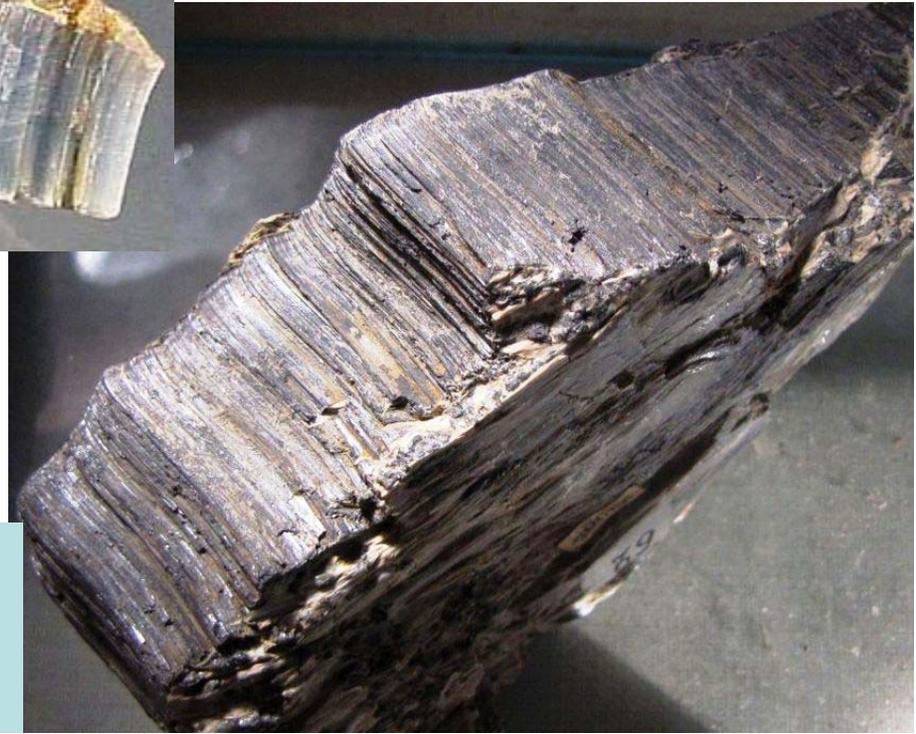
Жилы в серпентинизированных оливиновых хромититах.

Сарановское, Западный Урал

Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву

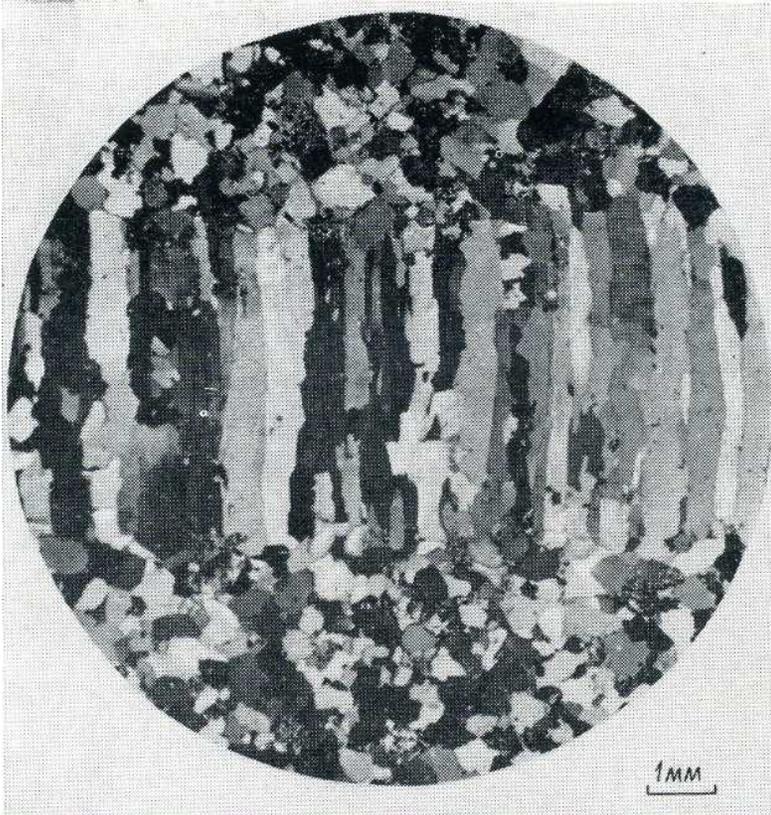


Целестин. Окрестности Тулы

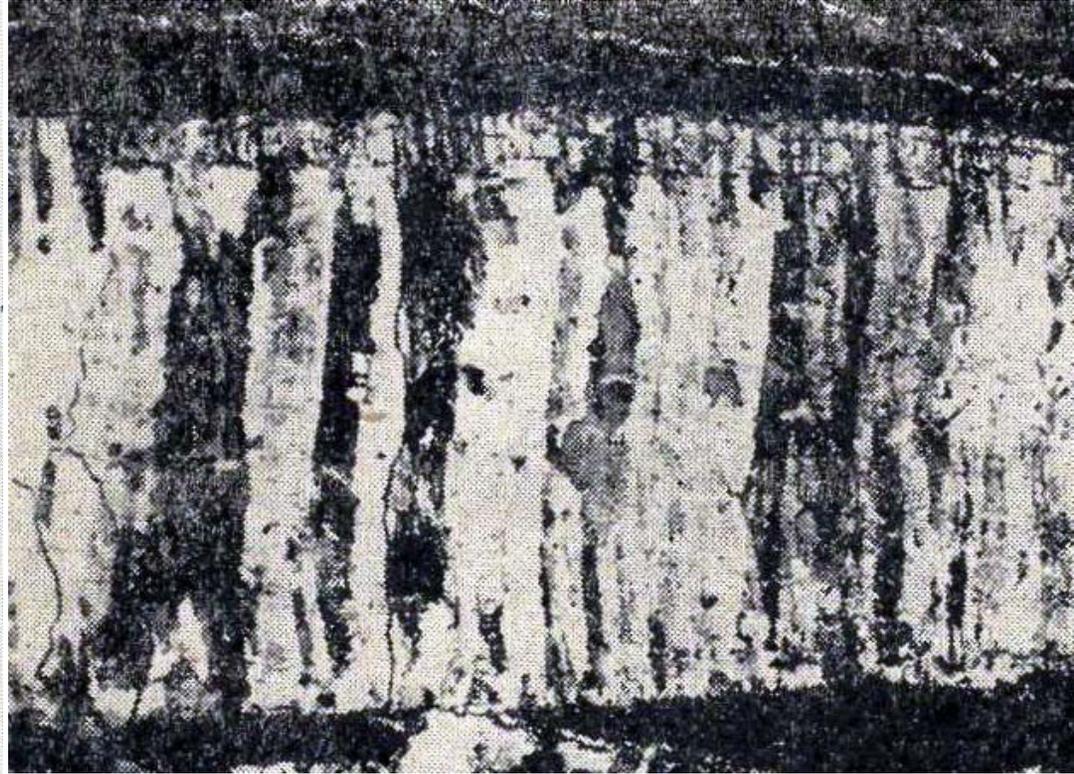


Магнетит на продолжении
жил хризотил-асбеста.
Асбест, Средний Урал

Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц

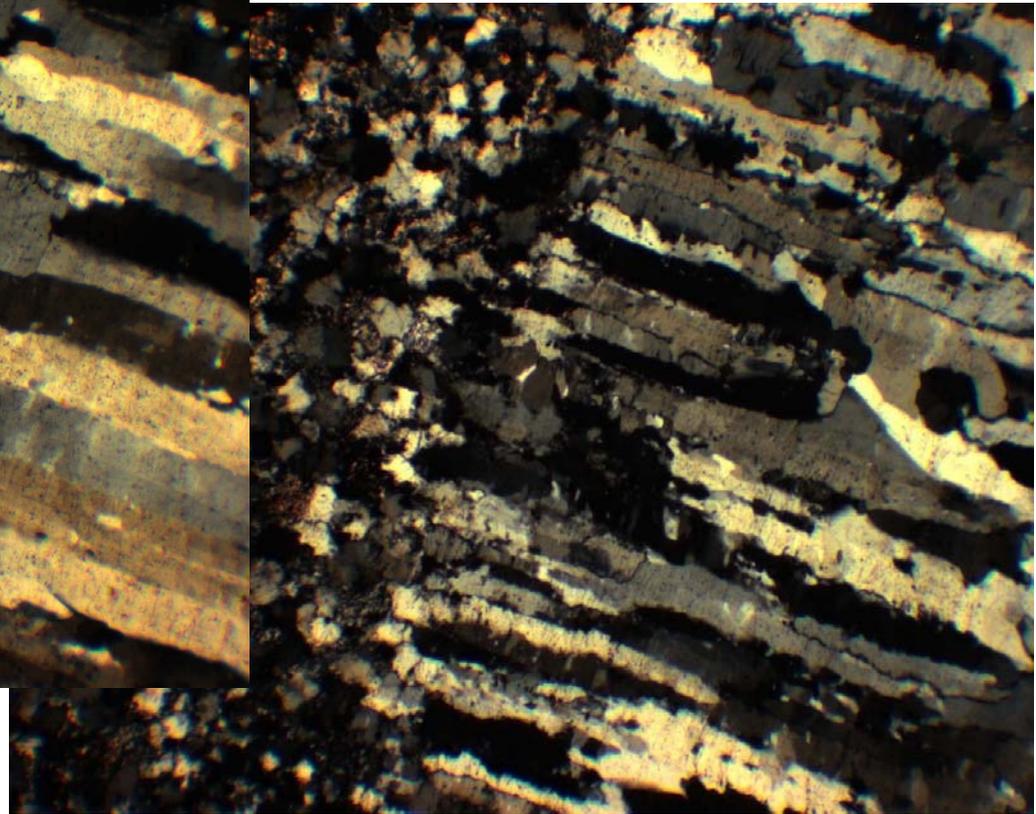
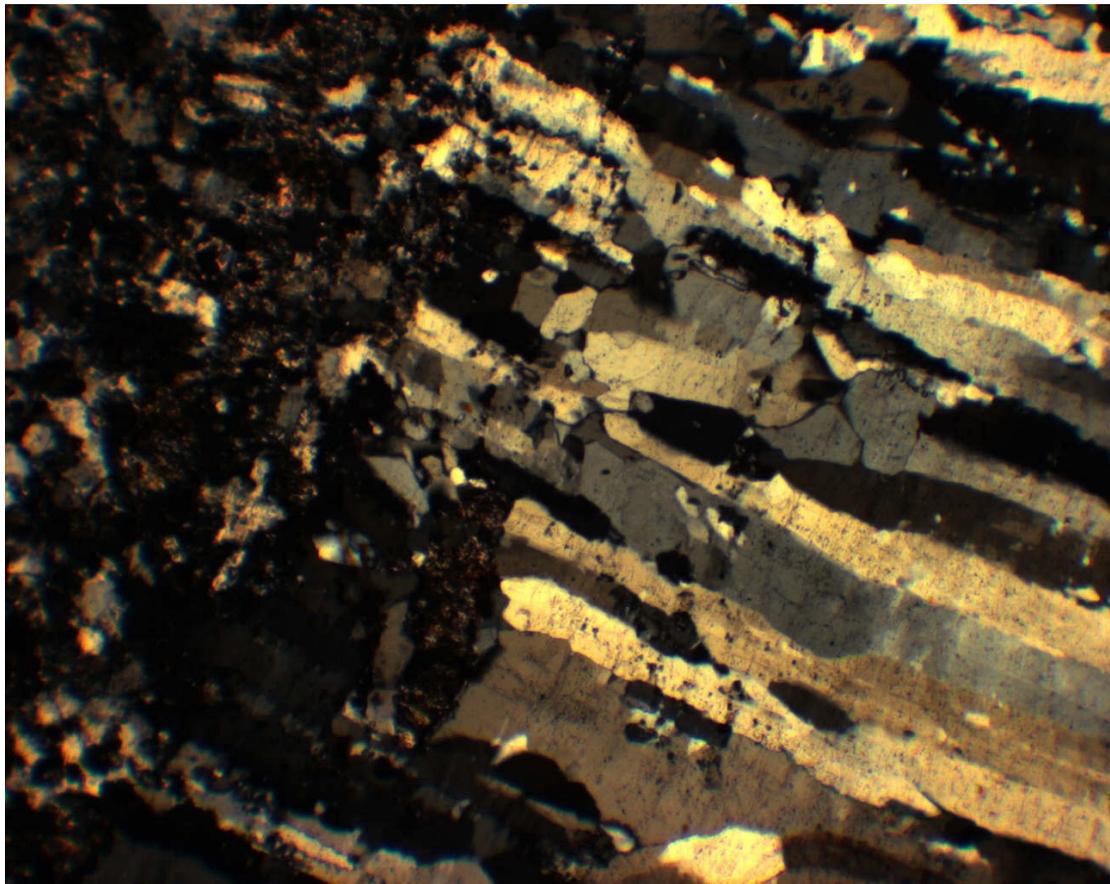


Прожилок в кварцитах.
Астаховское м-ние
горного хрусталя.
Шлиф. Николи х.



Прожилок в алевролитах.
М-ние золота Сарылах, Якутия.
Шлиф. Николи х

**Рост минеральных агрегатов.
Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа
по Д.П. Григорьеву. Кварц**



Прожилки в песчаниках девонского возраста.
Рейнские сланцевые горы около Бонна. Шлифы. Николи х.

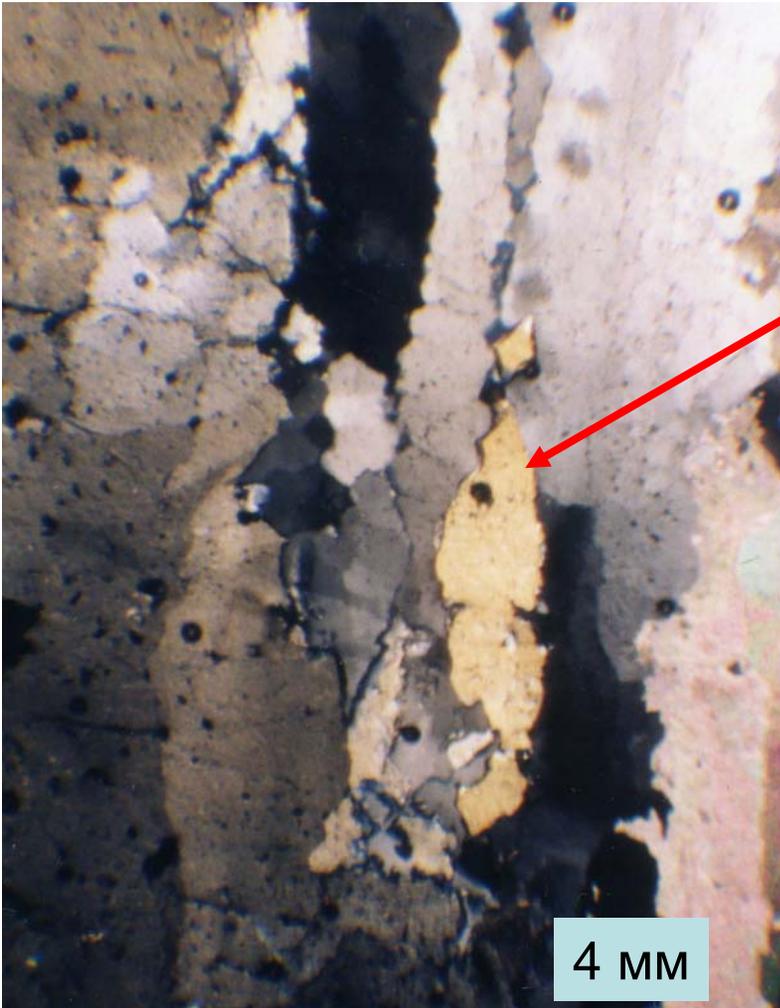
Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц и шеелит



Шеелит-кварцевая
жила =
параллельно-
шестоватый
агрегат 2 типа
в березитах.
Берёзовское
месторождение,
Средний Урал

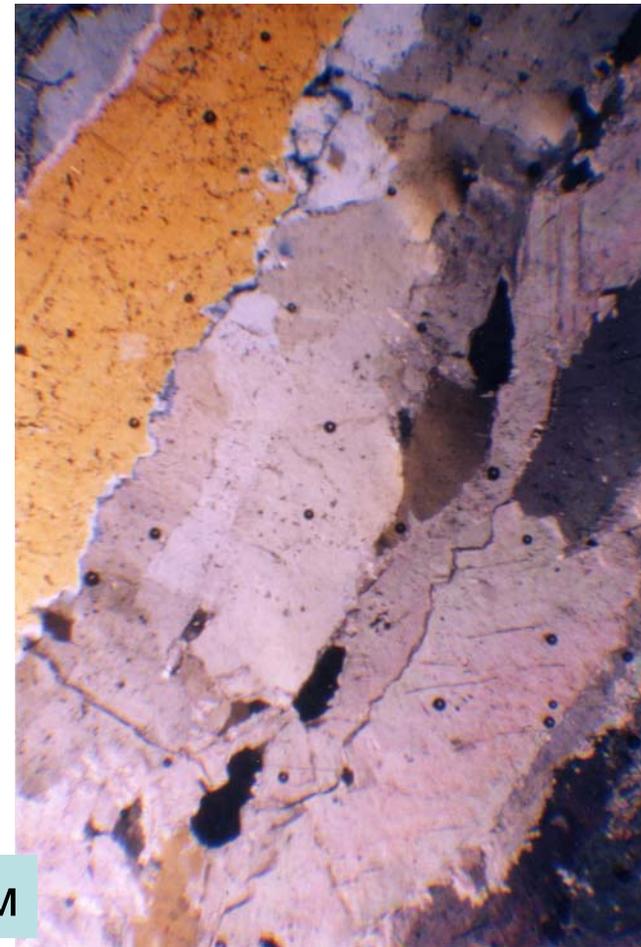


Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Кварц и шеелит



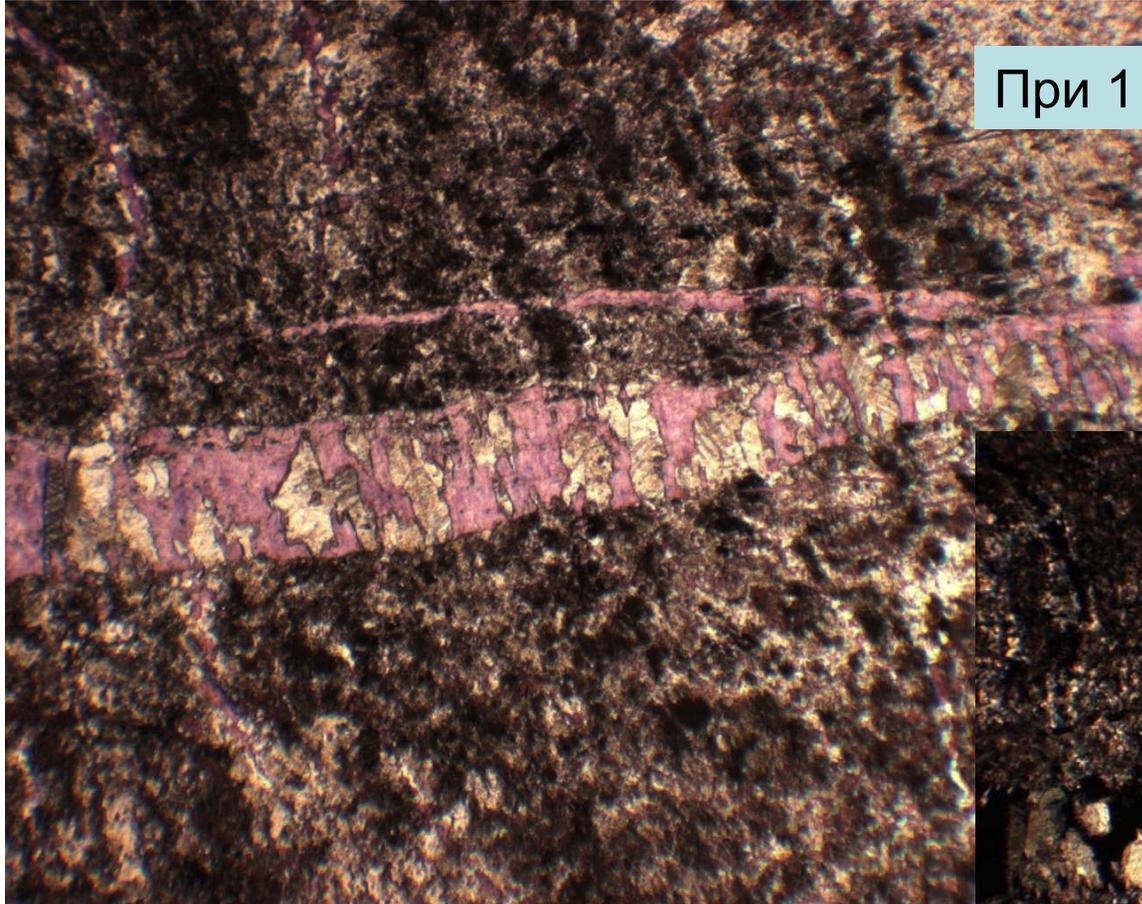
Итак,
кварц и
шеелит =
парагенез

Шлифы.
Николи х

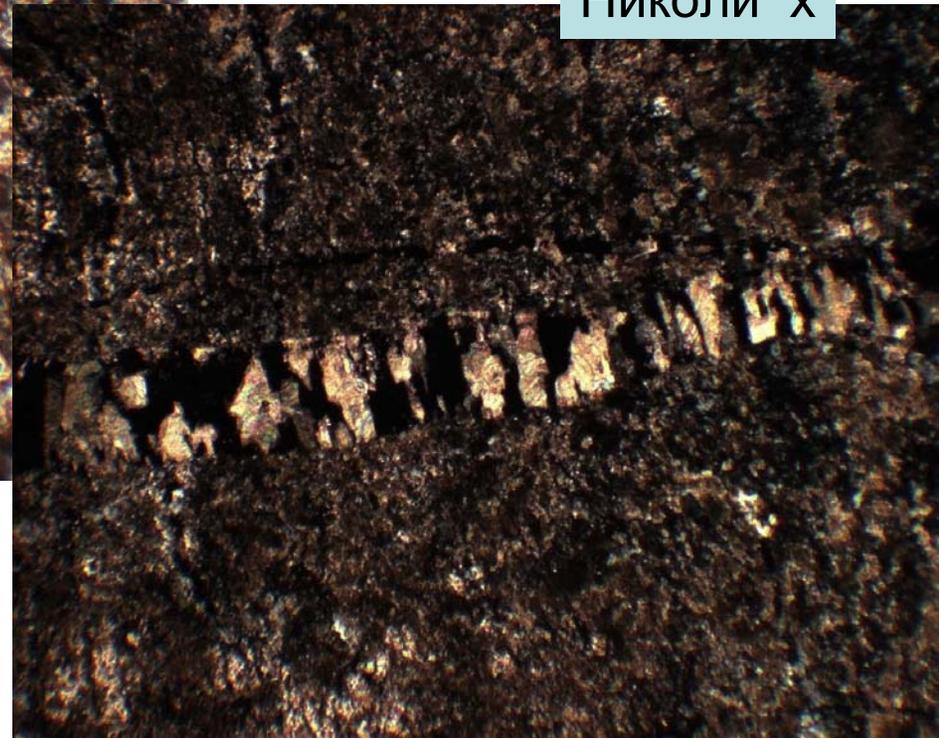


Шеелит-кварцевая жила = параллельно-шестоватый агрегат 2 типа
в березитах. Берёзовское месторождение, Средний Урал

Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Флюорит и анкерит



При 1 николе



Николи x

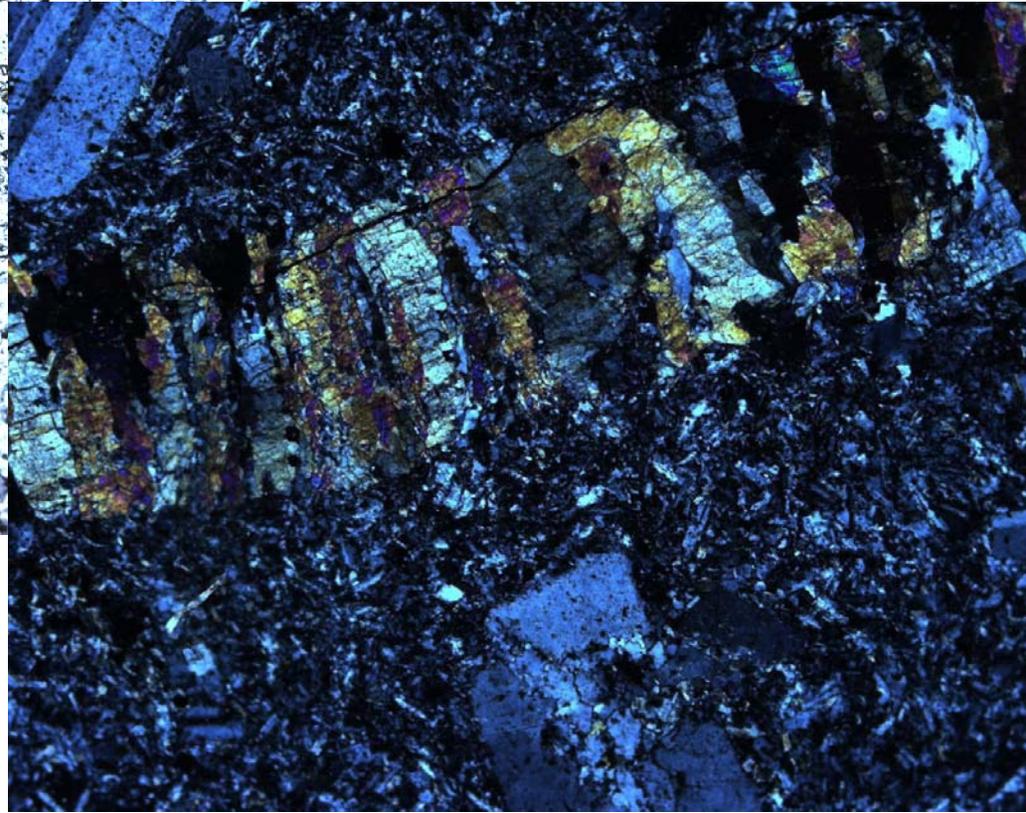
Ермаковское месторождение,
Забайкалье

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Эпидот и кварц

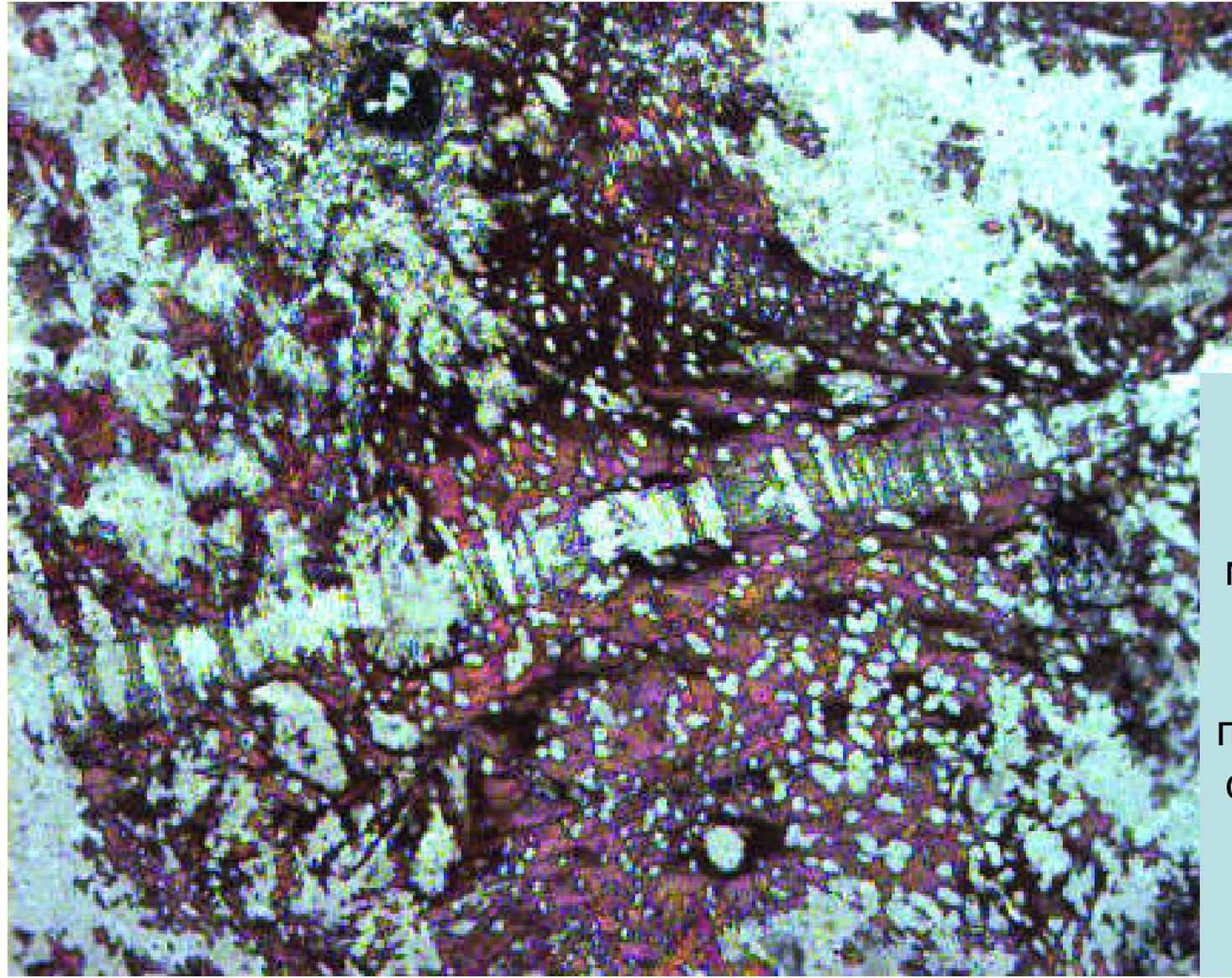
При 1 николе

Николи х

Кварц-эпидотовая жила в
метаандезито-дацитах
пренил-пумпеллиитовой
фации. Южный Урал



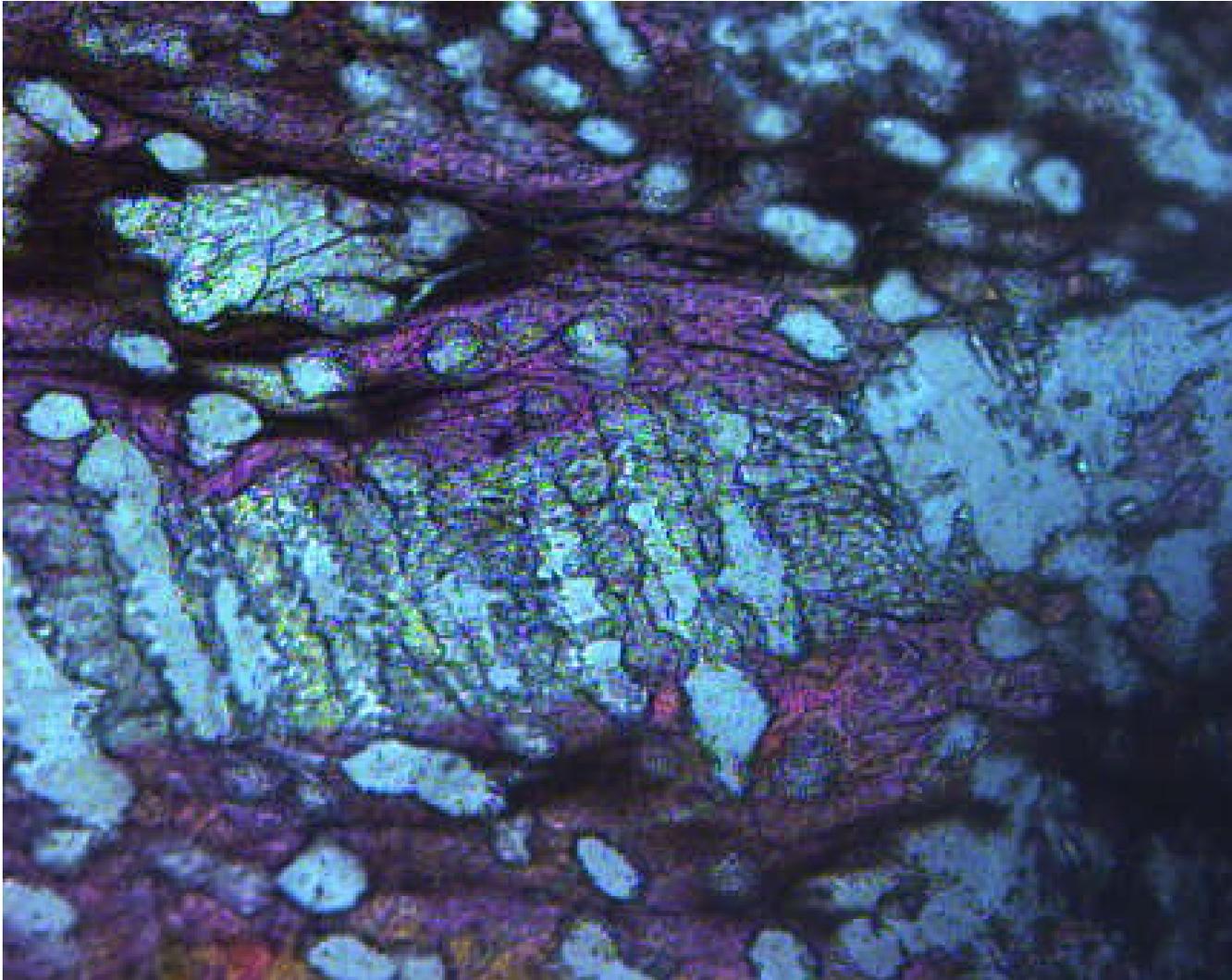
Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Манганэпидот и кварц



При 1
нике

Манганэпидот-
кварцевая
жила в
марганцовистых
яшмах
пренит-
пумпеллиитовой
фации, богатых
пьемонтитом.
Учалы,
Южный Урал

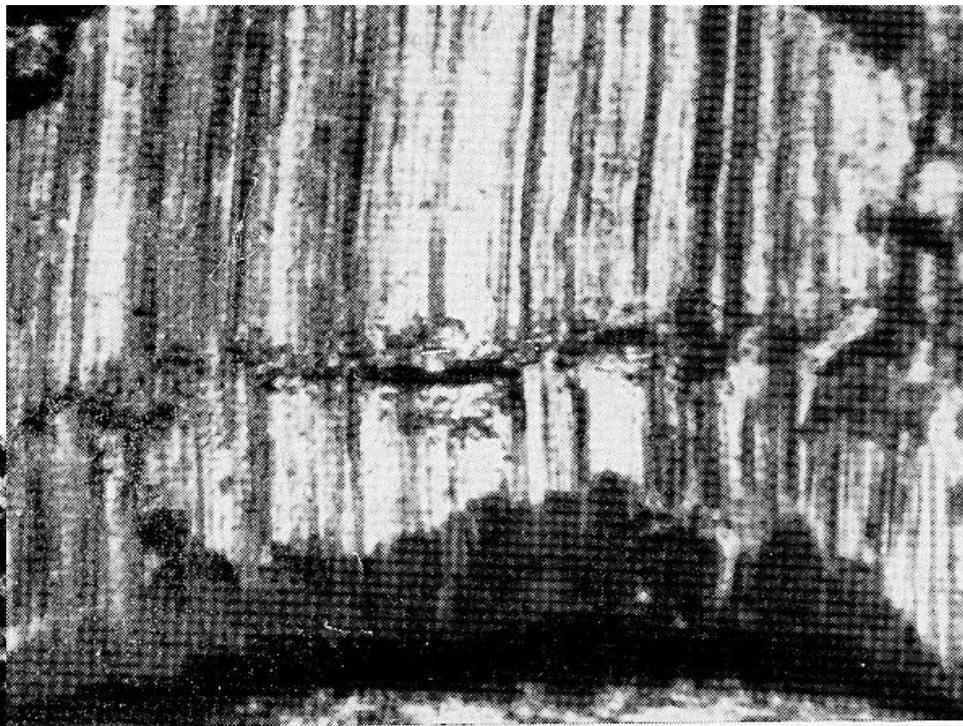
Рост минеральных агрегатов. Параллельно–шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Манганэпидот и кварц



При 1
николе

Манганэпидот-
кварцевая
жила в
марганцовистых
яшмах
пренит-
пумпеллиитовой
фации, богатых
пьемонтитом.
Учалы,
Южный Урал

Рост минеральных агрегатов. Параллельно-шестоватые агрегаты 2 типа по Д.П. Григорьеву. Соли



17

Трещина в галопелитовой породе, выполненная параллельно-волокнуистым леонитом. В средней части виден шов срастания с реликтами галопелитового вещества.

×38. Прикарпатье, Бориславское месторождение. Материалы В. В. Лобановой, 1968.



24

Шестовато-волокнуистая структура карналлита (Кр) в пелитоморфной галопелитовой массе (черное).

×17; николи +. Гаурдакское месторождение ТССР, соленосная толща. Материалы В. В. Герасимовой, 1965.

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Достаточно широко распространены агрегаты нитевидных кристаллов. Нитевидные кристаллы часто вырастают на пористом основании, которое и является источником питания (отверстия микропор). Кристаллы растут основанием. На ровном пористом основании образуются параллельно-волокнистые агрегаты, в которых все волокна перпендикулярны поверхности породы - подложки. Встречаются следующие типы агрегатов нитевидных кристаллов: агрегаты прямых нитевидных кристаллов одинаковой длины - корки постоянной толщины или цилиндры; агрегаты прямых нитевидных кристаллов различной длины - бугры, обособленные конусы среди сплошных корок; агрегаты расщеплённых нитевидных кристаллов, расщеплённых в центре, где скорость роста больше, пучки нитевидных кристаллов изгибаются от центра к периферии во все стороны, формируя антолиты (или антодиты); расщеплённые агрегаты нитевидных кристаллов вдоль определённой плоскости, в обе стороны от которой происходит загибание пучков нитей, причём в одних случаях длина нитей постоянна, в других длина нитей постепенно меняется - агрегат изгибается в сторону, растущую с минимальной скоростью; расщеплённый агрегат изогнут в одном направлении, волокна, хотя и изогнуты, лежат в одной плоскости, в пределе форма агрегата - дуга, спираль, кольцо.

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

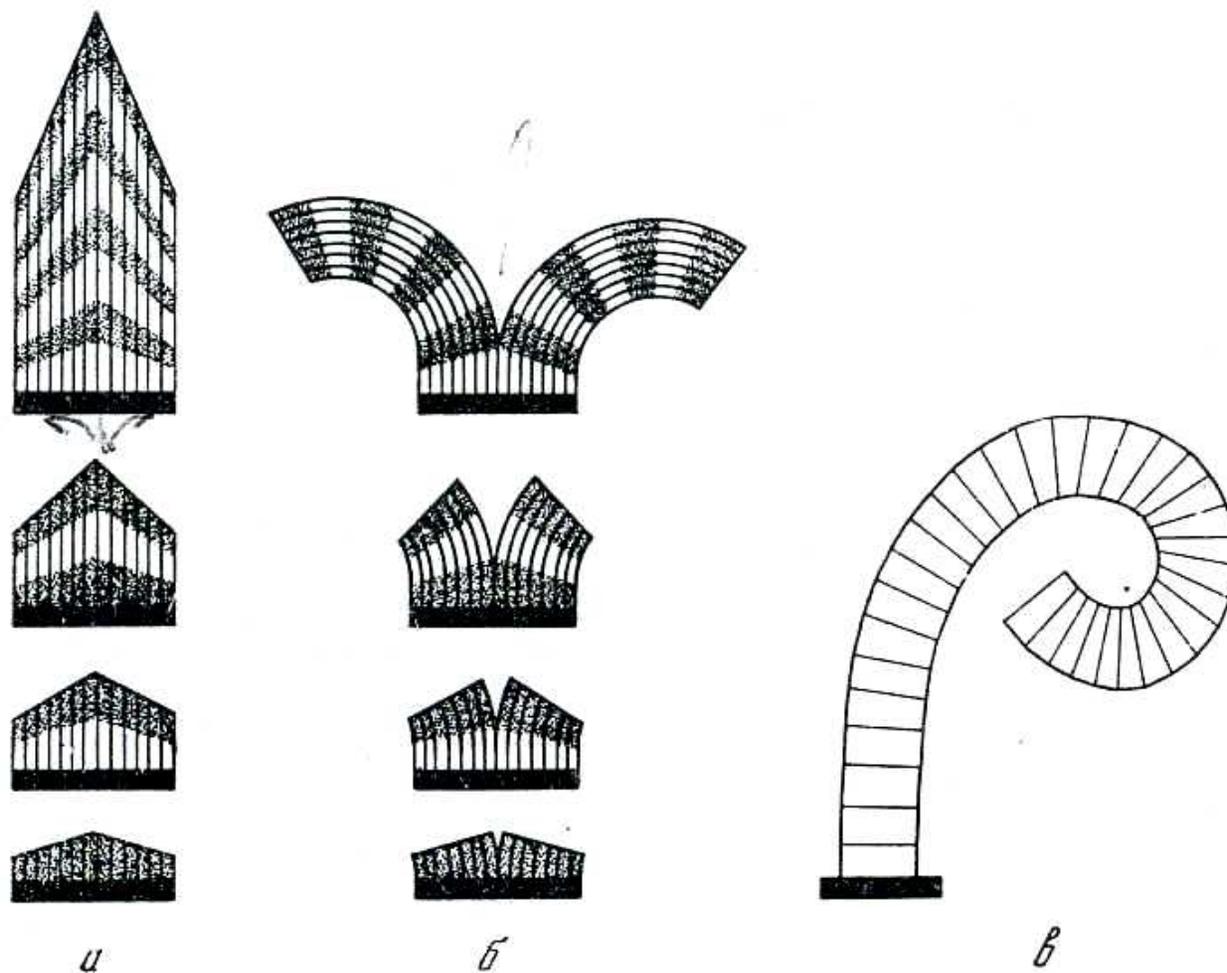


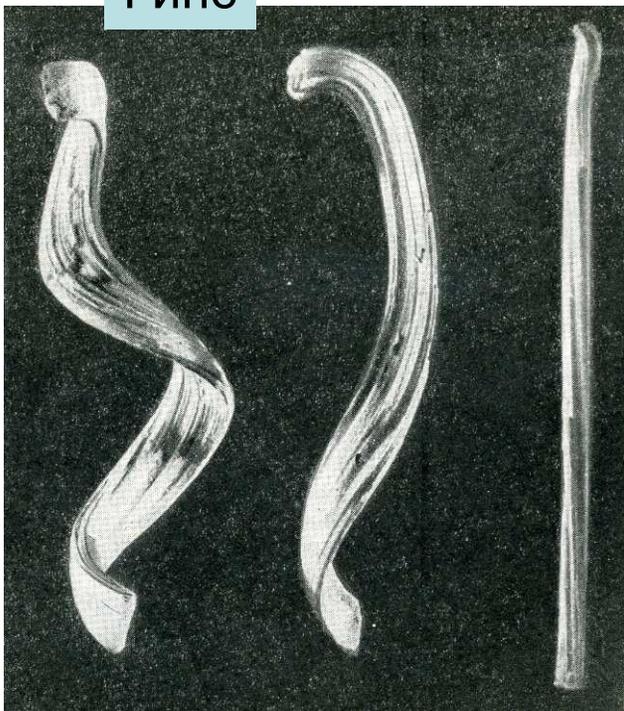
Рис. 8. Влияние различной скорости роста кристаллов, составляющих агрегат, на его форму

a — кристаллы не скреплены в агрегат; *б* — кристаллы скреплены в неделимый агрегат; отношение максимальной скорости роста к минимальной постоянно; *в* — отношение максимальной скорости роста кристаллов к минимальной со временем падает

Рост агрегатов нитевидных кристаллов.

Геликтиты

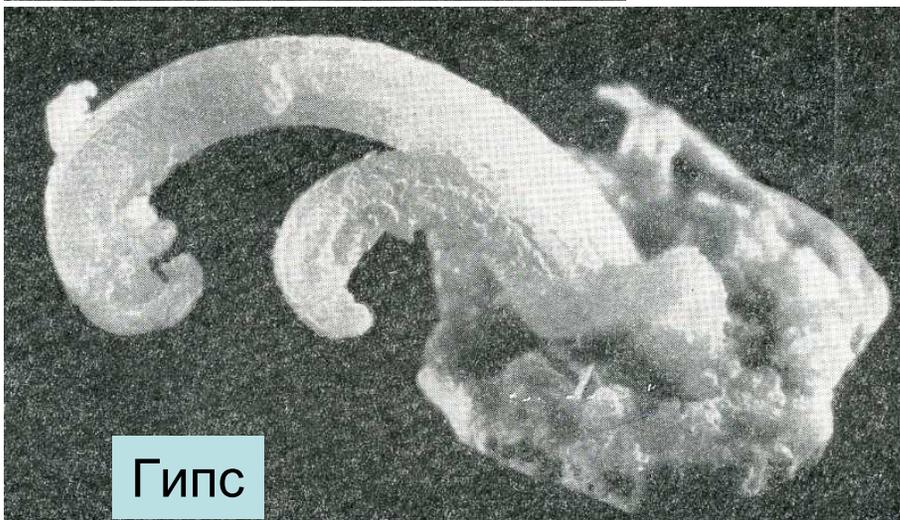
Гипс



Кальцит.
Бабу, Гуанси,
Китай



Гипс



Кальцит



Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Гипс – антолит. Пейсон,
округ Хила, Аризона , США



Arizona Mineral Minions
Gypsum

Рост агрегатов нитевидных кристаллов



Гипс. Бу-Беккер, Марокко



Гипс
скрученный
190x165 мм.
Mine de
Bou Becker,
Марокко

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

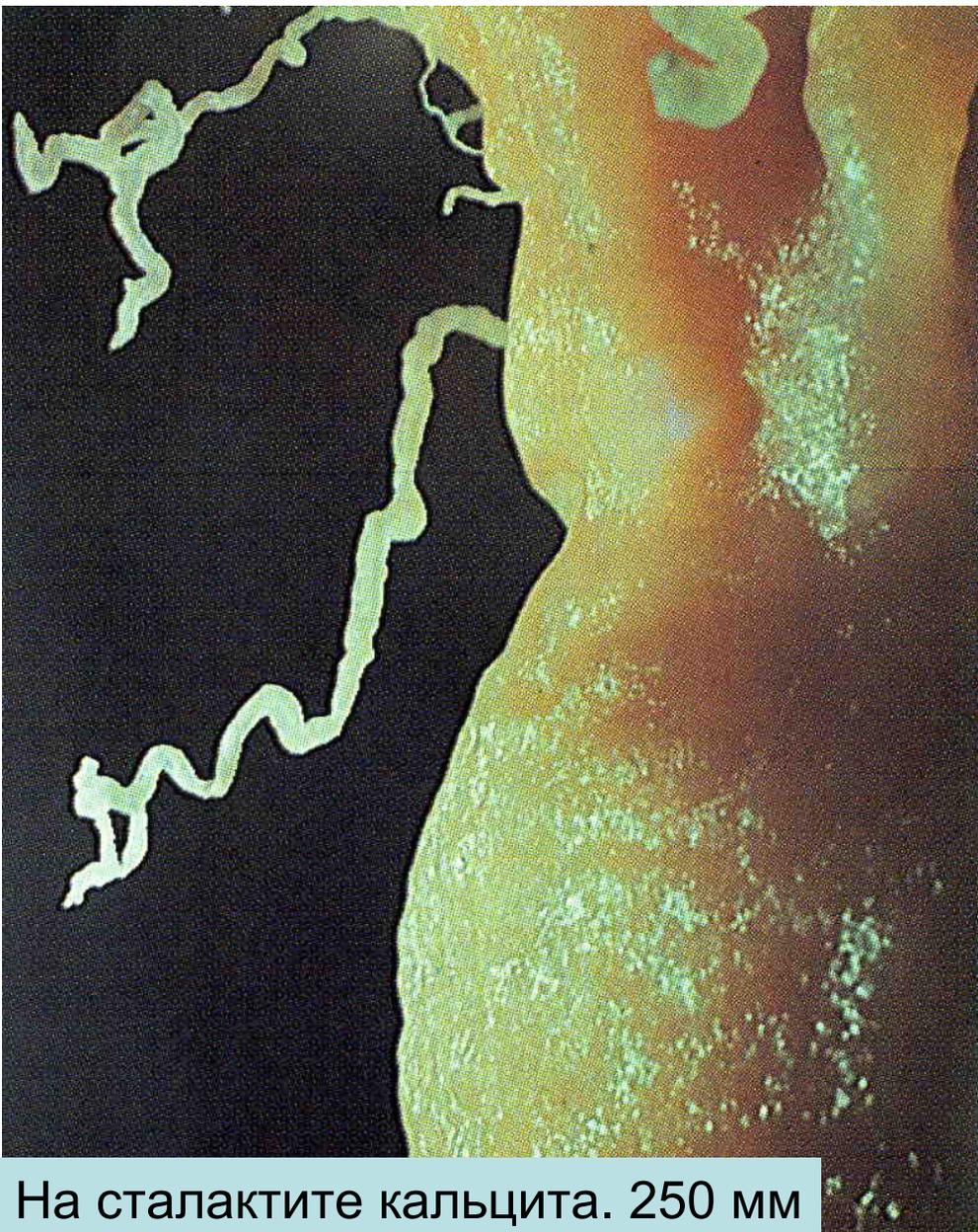


Гипс – антолит 150 мм.
Salle de Bal des Chandeliers, Grotte de Lechuguilla,
Франция



Проволочный гипс 150 мм. Grotte de Franche-Comte

Рост агрегатов нитевидных кристаллов. Геликтиты арагонита



На сталактите кальцита. 250 мм



100 мм. Cango Cave,
Южная Африка

Рост агрегатов нитевидных кристаллов. Геликтиты арагонита



30 мм

Фантазия природы
и механизм роста.
Grotte de Lechuguilla

Рост агрегатов нитевидных кристаллов



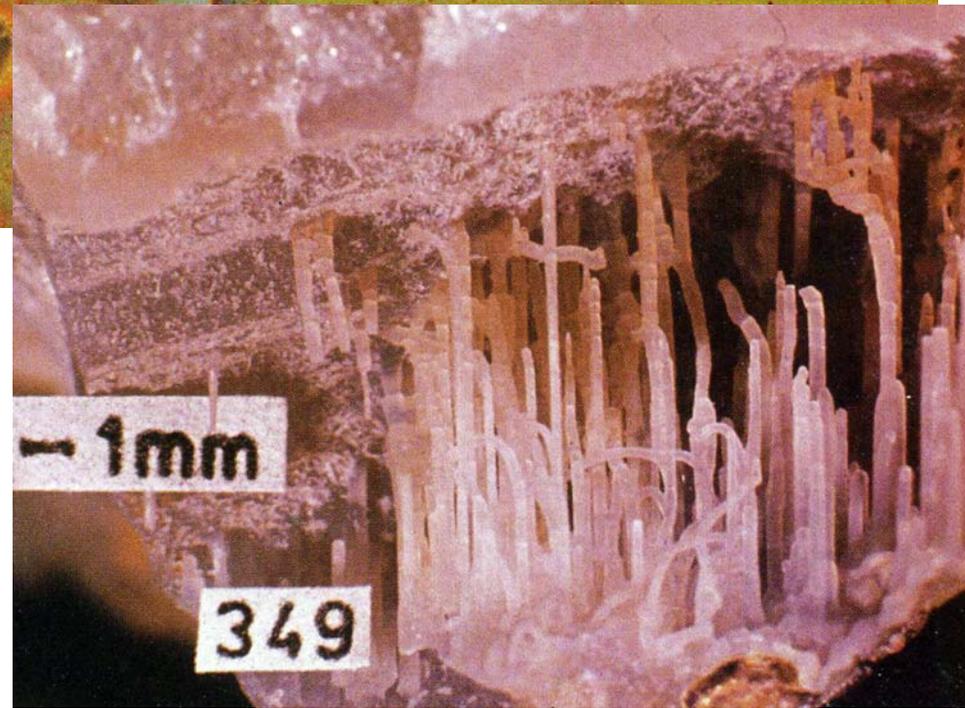
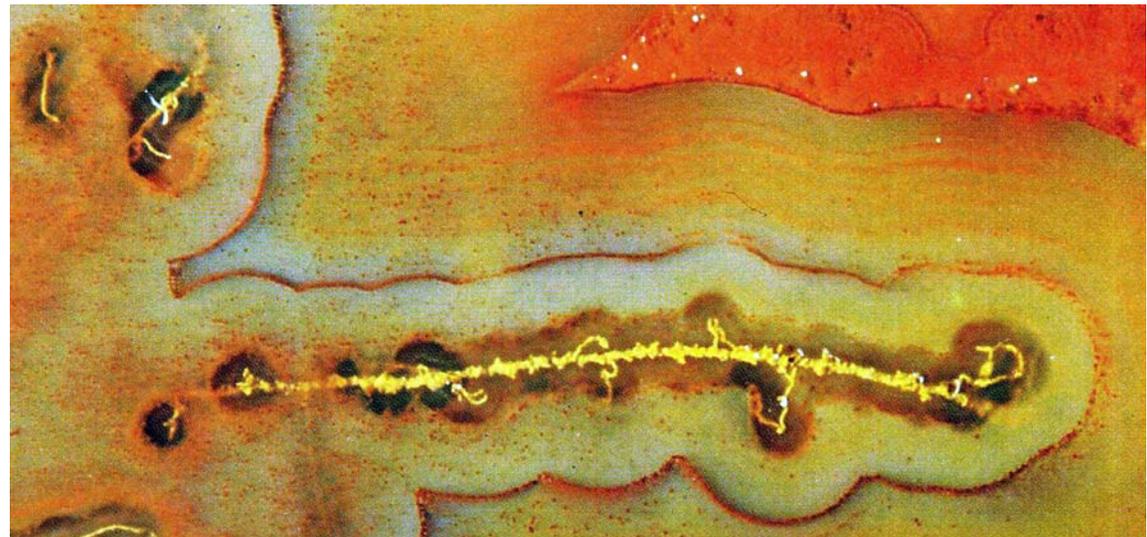
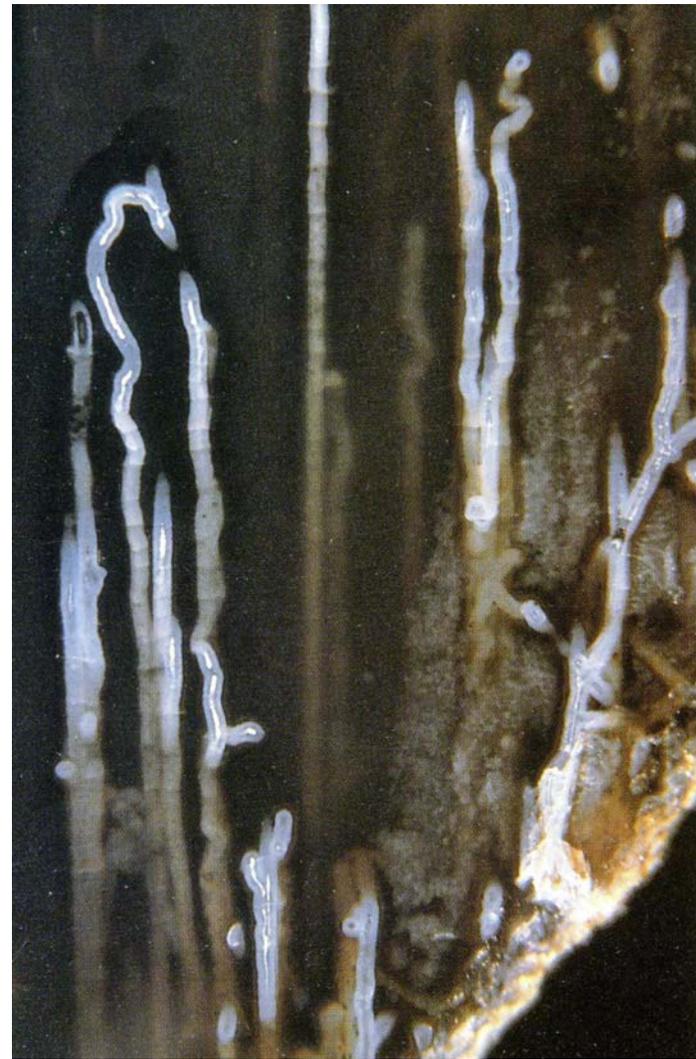
Агрегаты арагонита «железные цветы».
Известняковые пещеры. Каринтия, Австрия

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты
в
моховых
агатах.
0.3 мм



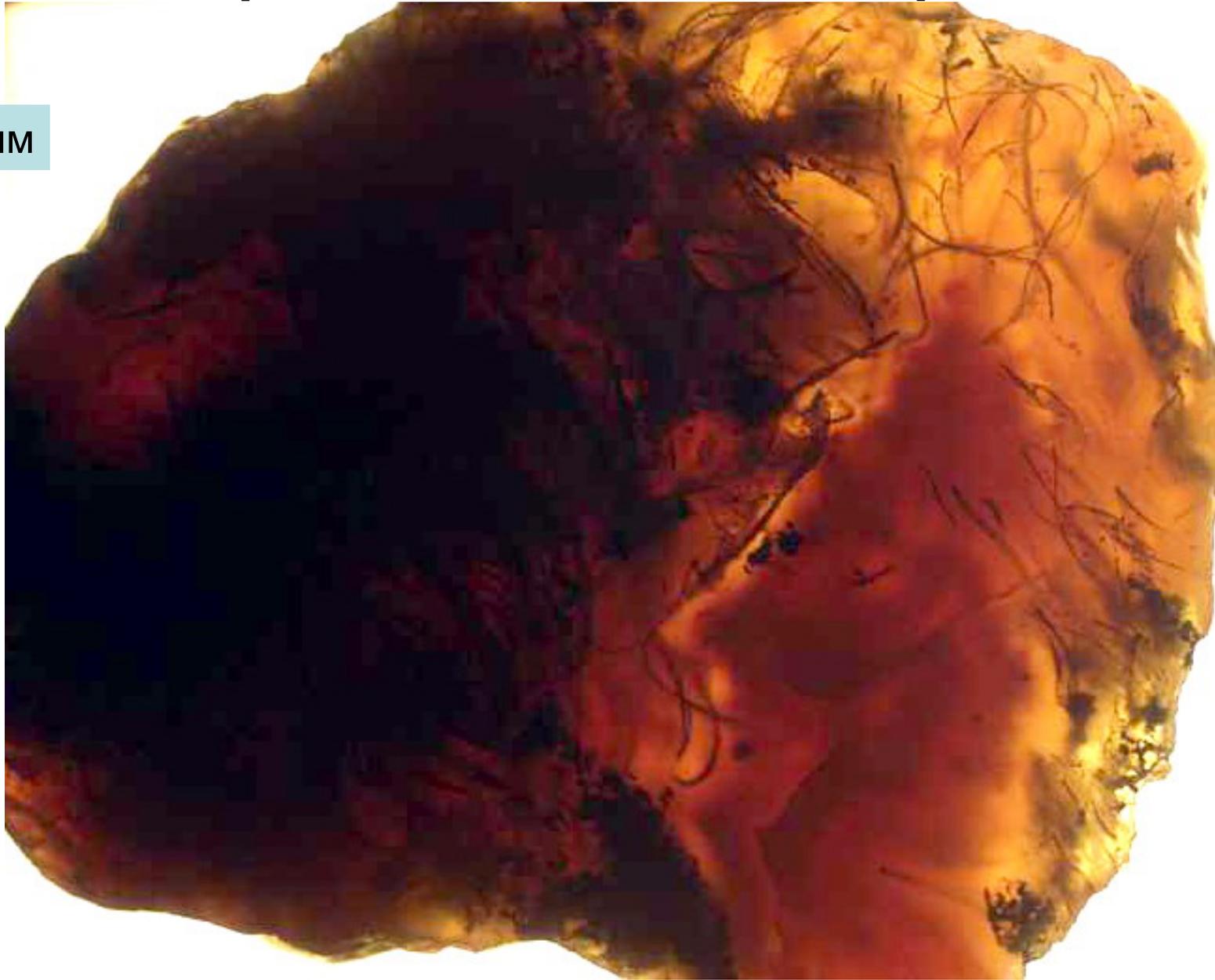
Рост агрегатов нитевидных кристаллов



Геликтиты в моховых агатах

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

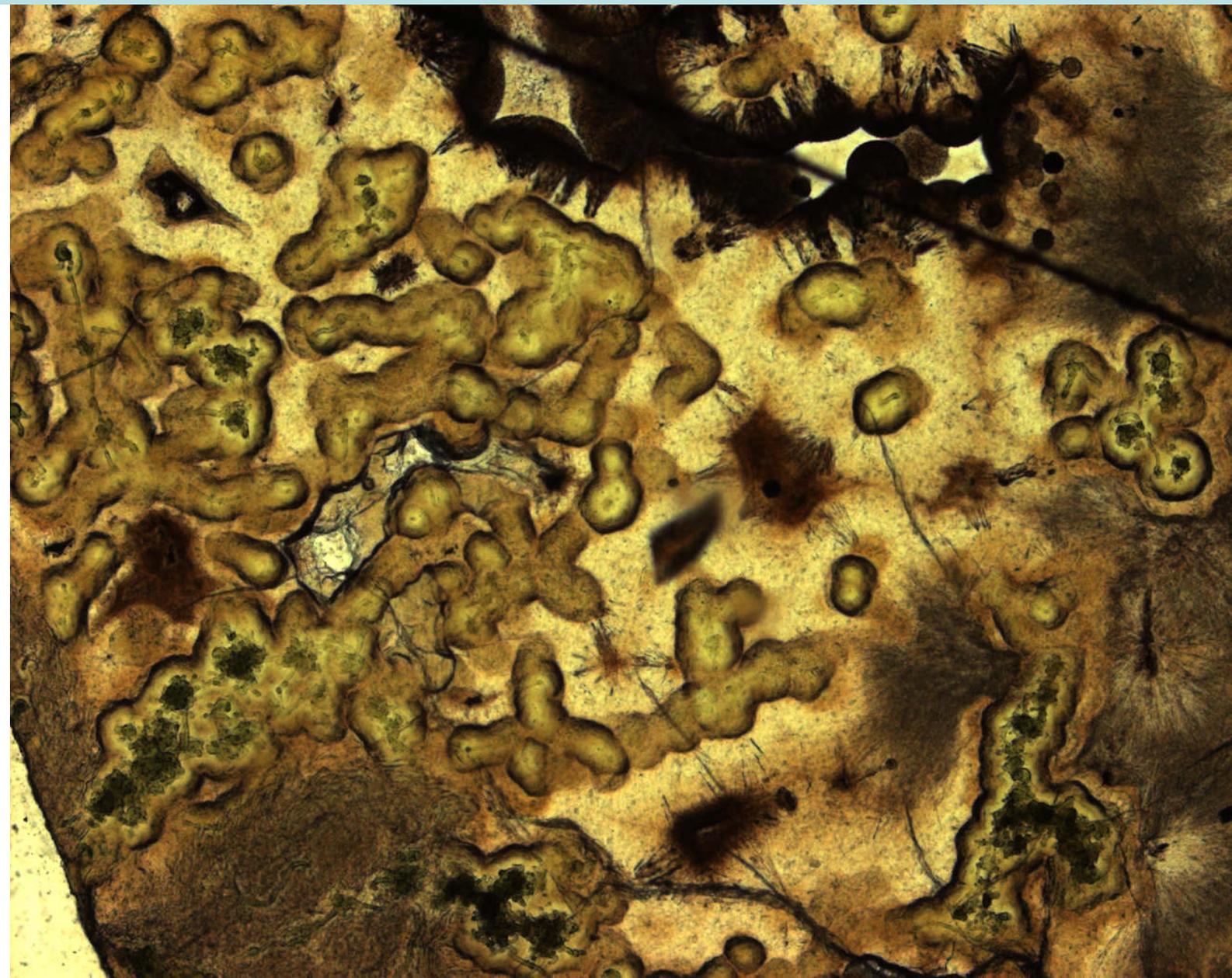
70 мм



Геликтиты селадонита в моховых агатах. Монголия

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

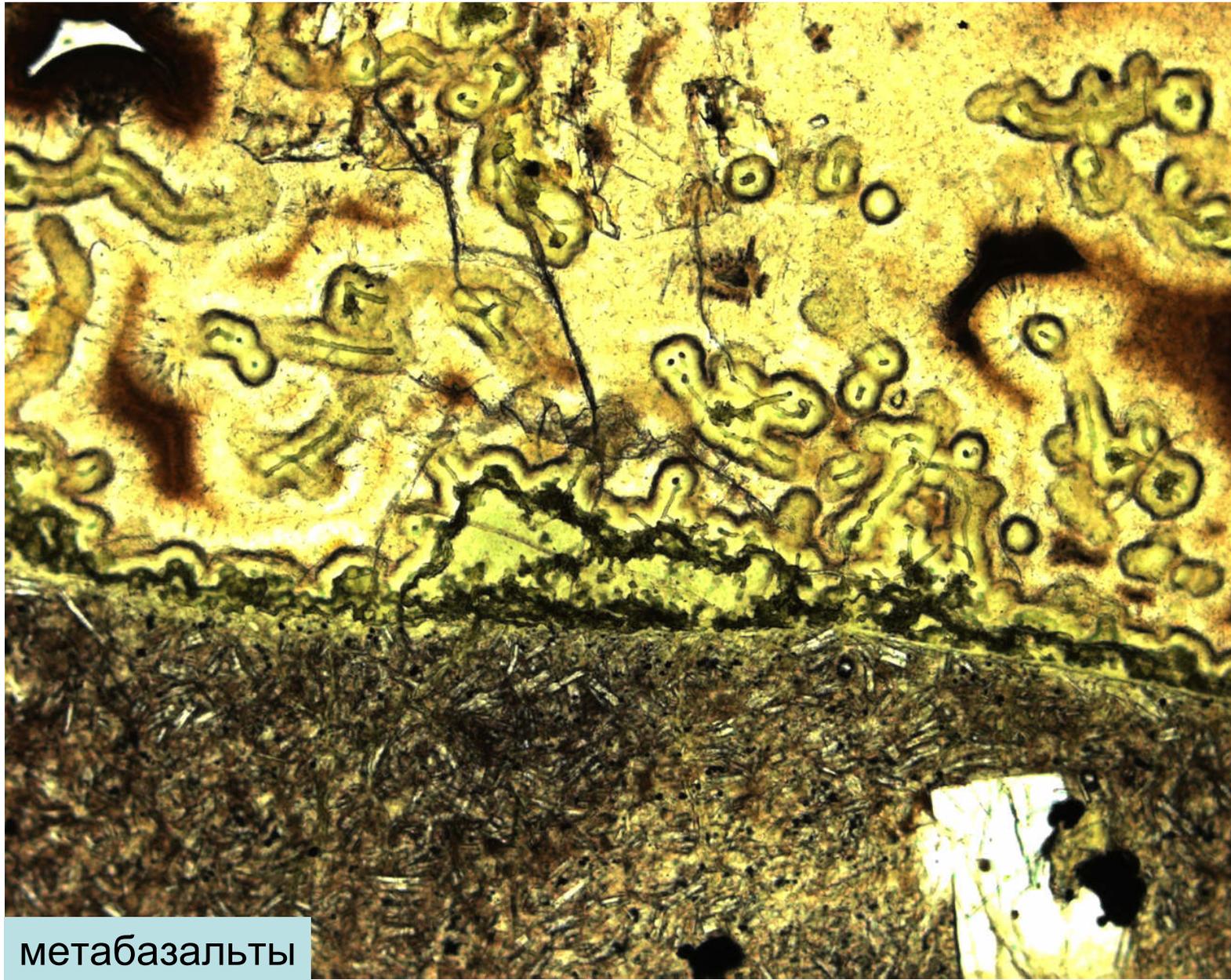
Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах



Шлиф.
При 1
николе

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах

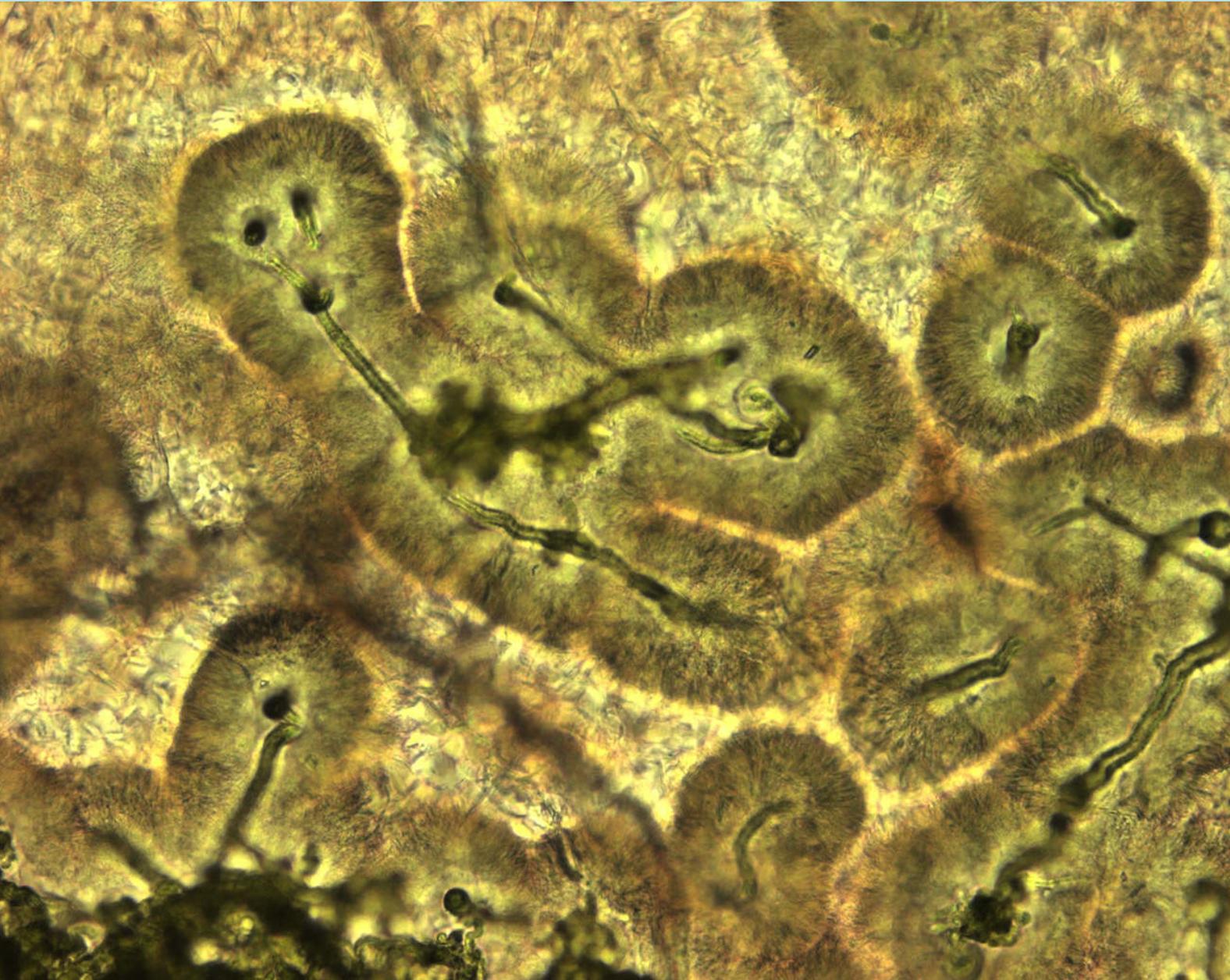


Шлиф.
При 1
нике

метабазальты

Рост агрегатов нитевидных кристаллов

Геликтиты пумпелиита и хлорита с оторочкой халцедона в моховых агатах



Шлиф.
При 1
никеле



Подсолнухи под Магнитогорском