



Турмалин

Турмалин — один из наиболее красивых и вместе с тем широко распространенных минералов, хотя прозрачные образцы, пригодные для огранки, встречаются в очень немногих месторождениях. Его призматические кристаллы с продольной штриховкой и закругленным треугольным сечением очень легко узнать. Как драгоценный камень цветной турмалин известен давно. Русские красные турмалины пользовались мировой известностью еще в XVIII веке и получили название «сибиритов», или «сибирских рубинов».



*Кристаллы турмалина.
Пала. Калифорния.*



Среди турмалинов различают: шерл - черный, богатый Fe^{2+} ;

дравит - коричневый, желтый или зеленый, реже красный и полихромный, обогащенный магнием; бюргерит - богатый Fe^{3+} ; тсилазит - желтый, богатый марганцем; хром-турмалин - изумрудно-зеленый, обогащенный хромом; увит — коричневый, зеленый, иногда бесцветный, обогащенный магнием и кальцием; лиддикоатит — коричневый, зеленый, красный, часто полихромный, богатый кальцием и литием (кальциевый аналог эльбаита).



Коричневый дравит в доломите.
Швеция. *Brown dravite crystal 4 mm tall in a vug in dolomite from the Lengenbach quarry, Binntal, Switzerland. Eric Offermann photo.*



Эльбаит – полихромный и одноцветный, богатый литием турмалин. При этом, бесцветные разновидности называются ахроитом, розовые, от красного до пурпурного - рубеллитом, зеленые - верделитом, синие - индиголитом)



Эльбаит с дымчатым кварцем.

Elbaite with smoky quartz and elbaite, 6 cm tall, from Grotta d'Oggi. David Eidahl specimen; Harold and Erica Van Pelt photo.



Зеленый эльбаит из месторождения
Минас Жерайс, Бразилия.

*Green elbaite crystal 5 cm tall from Minas
Gerais, Brazil. Werner Lieber photo.*

Минерал имеет такой сложный химический состав, что не всегда его легко выразить формулой. Все разновидности турмалина представляют собой сложные алюмоборосиликаты натрия, лития, магния, железа, кальция. Общая формула турмалина, учитывающая особенности его кристаллической структуры, имеет следующий вид: $XY_3Z_6\{(Si_6O_{18})[BO_3]_3(OH, F)_4\}$, где X - натрий, кальций, калий; Y - магний, железо, марганец, литий, алюминий, хром; Z - алюминий, хром, ванадий, магний, железо. Позиция X обычно занята натрием. Исключение составляют увиты и бедные глиноземом дравиты, в которых натрий замещается кальцием. Позиция Y у шерла заполнена двухвалентным железом, у дравита - магнием, у эльбаита и тсилаизита - алюминием, трехвалентным железом и литием, у хромового турмалина и некоторых тсилаизитов, бедных глиноземом, - двухвалентным железом, магнием и марганцем, у кальцийсодержащего дравита и увита - магнием и двухвалентным железом. Позиция Z у шерла, дравита, эльбаита, и литиевого тсилаизита занята алюминием. Недосыщенность алюминием в позиции Z у хромового турмалина восполняется хромом, у бедного глиноземом тсилаизита (20-26 вес. % Al_2O_3) - трехвалентным железом, в увите и кальцийсодержащем дравите - магнием.

Все разновидности турмалина кристаллизуются в дитригонально-пирамидальном виде симметрии тригональной сингонии. Облик их длиннопризматический до игольчатого, реже коротко-призматический.



Крупнейшие в мире кристаллы рубеллита были недавно добыты на месторождении Итатийя (шт. Минас-Жерайс, Бразилия). Длина кристаллов 1 м, ширина у основания 40 см. Один такой крупный прозрачный и яркоокрашенный кристалл рубеллита был оценен в 1 млн. долл. Подобные образцы относятся к числу уникальных. Обычные размеры кристаллов благородного турмалина 1-5 см в длину и 0,5-2 см в поперечнике.



Проявления турмалина связаны преимущественно с гранитными пегматитами. Наиболее распространен черный турмалин - шерл, который встречается в пегматитах различных формаций — слюдоносных, редкометальных и хрусталеносных. Эльбаиты преимущественно связаны с литиевыми пегматитами редкометальной формации. Источники ювелирного дравита и увита более разнообразны. Их скопления встречаются среди метаморфических пород - кристаллических сланцев, а также в метасоматически измененных гранитных пегматитах - плагиоклазитах, залегающих в магнезитовых или доломитовых мраморах и кальцифирах.

По наблюдениям А. Е. Ферсмана, турмалины в пегматитах кристаллизуются в основном из надкритических газообразных флюидов (геофазы F - G) в следующей последовательности (от ранних к более поздним): черный (шерл) -синий (индиголит) - зеленый (верделит) - голубой или розовый (рубеллит) - бесцветный (ахроит). При этом, начиная с индиголита, возникают полихромные разновидности. В пегматитах линии скрещения (в контактовых пегматитах) отмечается иной ряд: бурый - зеленый - бурый - розовый - вишневый турмалины



М. М. Сливко, исследовав газовой-жидкие включения в цветных турмалинах из занорышей пегматитов, пришел к заключению, что они образовались в гидротермальную стадию пегматитового процесса. По его данным, температуры гомогенизации в жидкую фазу первичных газовой-жидких включений в розовых турмалинах составляют (в °С) 320 - 210, в зеленых 263 - 242, в полихромных в розовом ядре 320 - 270, в зеленой оболочке 250, в полихромных с аномальной зональностью в зеленом ядре 281 - 276, в розовой зоне 270 - 240. Появление эльбаита вместо шерла М. М. Сливко объясняет изменением состава пегматитообразующего расплава-раствора, в котором по мере раскристаллизации уменьшается содержание железа и магния и увеличивается концентрация лития и марганца.

Термометрических данных, которые позволили бы прийти к единому мнению об агрегатном состоянии турмалинообразующей среды, еще недостаточно и поэтому нельзя исключить предположение о возможной кристаллизации эльбаита из существенно газовых растворов. Основная масса эльбаитов, несомненно, кристаллизуется в период широкого развития процессов замещения первичных зон пегматитов, когда флюидальные компоненты начинают играть решающую роль.

Для образования эльбаита, по-видимому, наиболее благоприятна слабокислая или нейтральная среда при повышенной активности воды, фтора и бора. Таким оптимальным условиям ближе всего отвечает натриевый - позднелитиевый этап, с которым связаны мощные кварц-клевеландит-лепидолитовые зоны



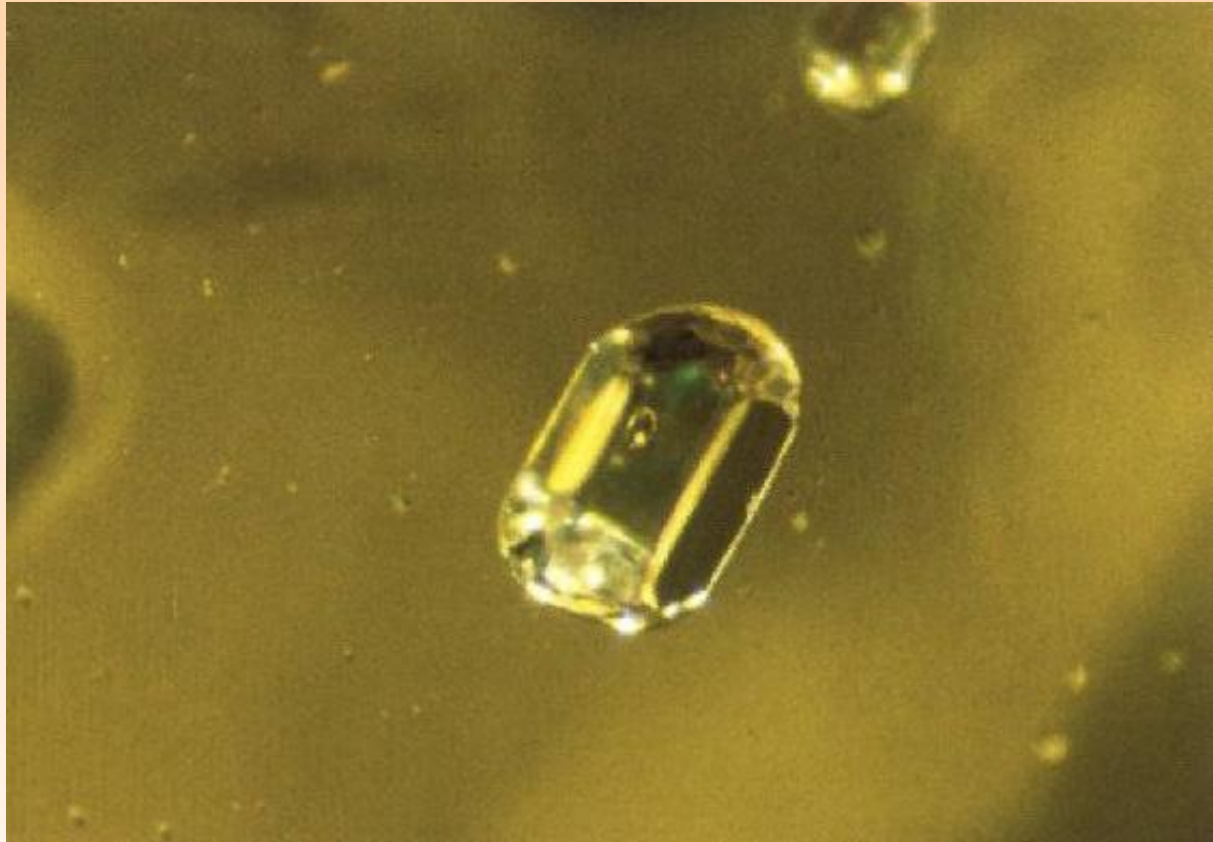
редкометальных пегматитов и эльбаит-слюдисто-литиевая минерализация в миаролах микроклиновых и микроклин-альбитовых пегматитов.

Турмалины дравитового и увитового состава связаны с региональным метаморфизмом борсодержащих глинистых сланцев, а также с процессом наложенного биметасоматоза в гранитных пегматитах, залегающих в магнезиальных осадочно-метаморфических породах. Месторождения турмалина относятся к следующим генетическим классам: пегматитам, пневматолитово-гидротермальному и метаморфогенному. Цветные эльбаиты встречаются в лепидолитсодержащих гранитных пегматитах различных типов и связаны с поздним литиевым этапом минерализации (при этом иногда вместо лепидолита присутствует циннвальдит или литиевый мусковит). Разновидности турмалина, пригодные для огранки, в основном концентрируются в миароловых микроклиновых и особенно микроклин-альбитовых пегматитовых жилах, содержащих литиевые слюды. Гораздо реже месторождения благородного турмалина связаны с редкометальными микроклин-альбитовыми пегматитами массивной текстуры, где прозрачные кристаллы турмалина заключены непосредственно в пегматитовой породе. Месторождения этого типа являются источниками россыпей. В пегматитовом классе различаются три типа месторождений ювелирного турмалина. В основу такого разделения положены наличие или отсутствие в пегматитах миароловых полостей, соотношение существенно микроклиновых и альбитовых парагенетических комплексов, а также степень развития клевеландит-лепидолитового замещения.

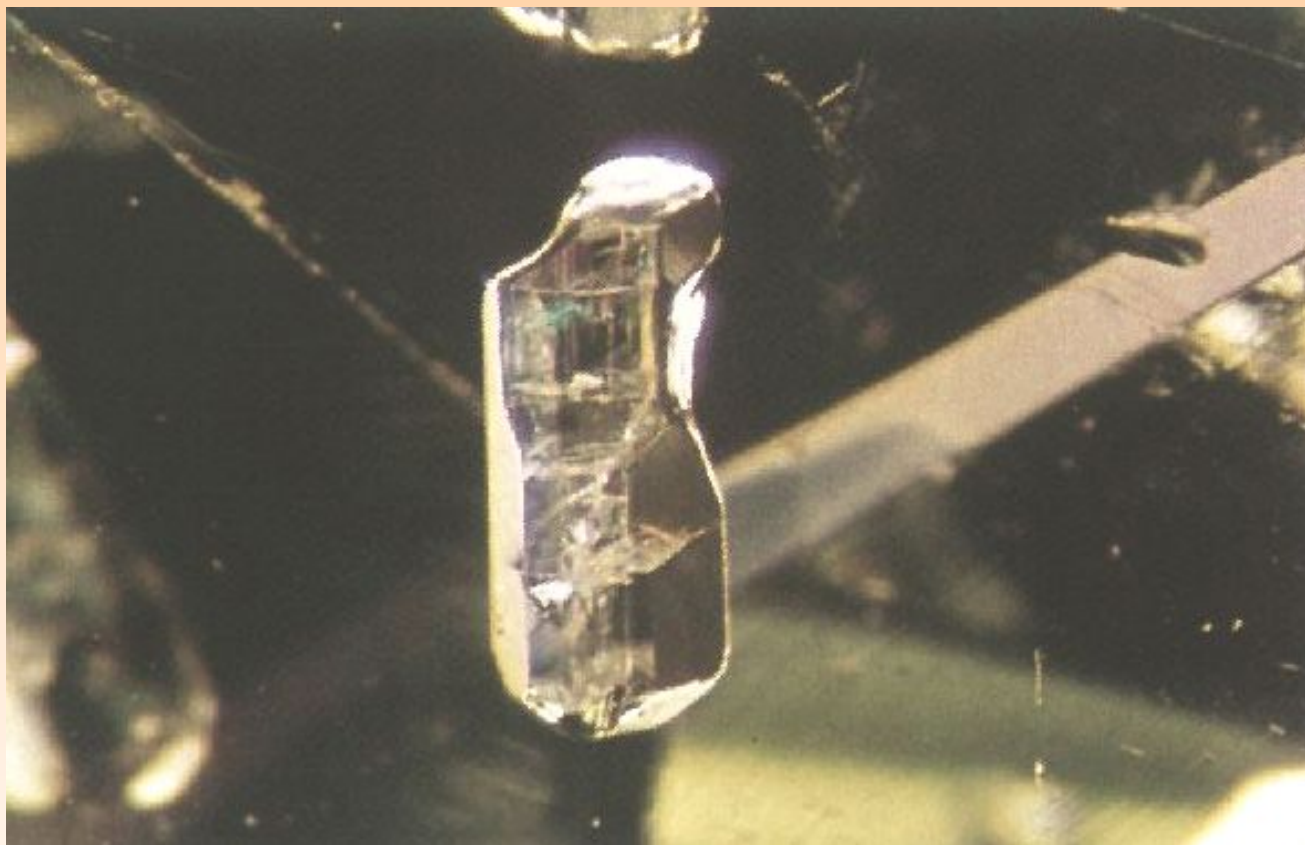


Первые два типа представляют собой собственно месторождения ювелирного эльбаита, наряду с которым иногда присутствуют драгоценные бериллы, топаз, кунцит, спессартин. Технический берилл, тантало-ниобаты, касситерит и другие редкометальные минералы из-за низких концентраций здесь не являются предметом добычи. Третий тип - это типичные редкометальные пегматиты, в которых драгоценный турмалин имеет подчиненное значение и может добываться попутно только в тех случаях, когда пегматиты подвергались химическому выветриванию, облегчившему извлечение драгоценного камня. Пневматолитово-гидротермальный (метасоматический) класс представлен типом дравитовых плагиоклазитов. В метаморфогенном классе выделяются месторождения ювелирного дравита и увита, состоящие из скоплений прозрачных и окрашенных в яркие цвета кристаллов магнезиального турмалина в кристаллических сланцах. Этот тип, так же как и дравитовые плагиоклазиты, интересен как источник россыпей ювелирного турмалина.

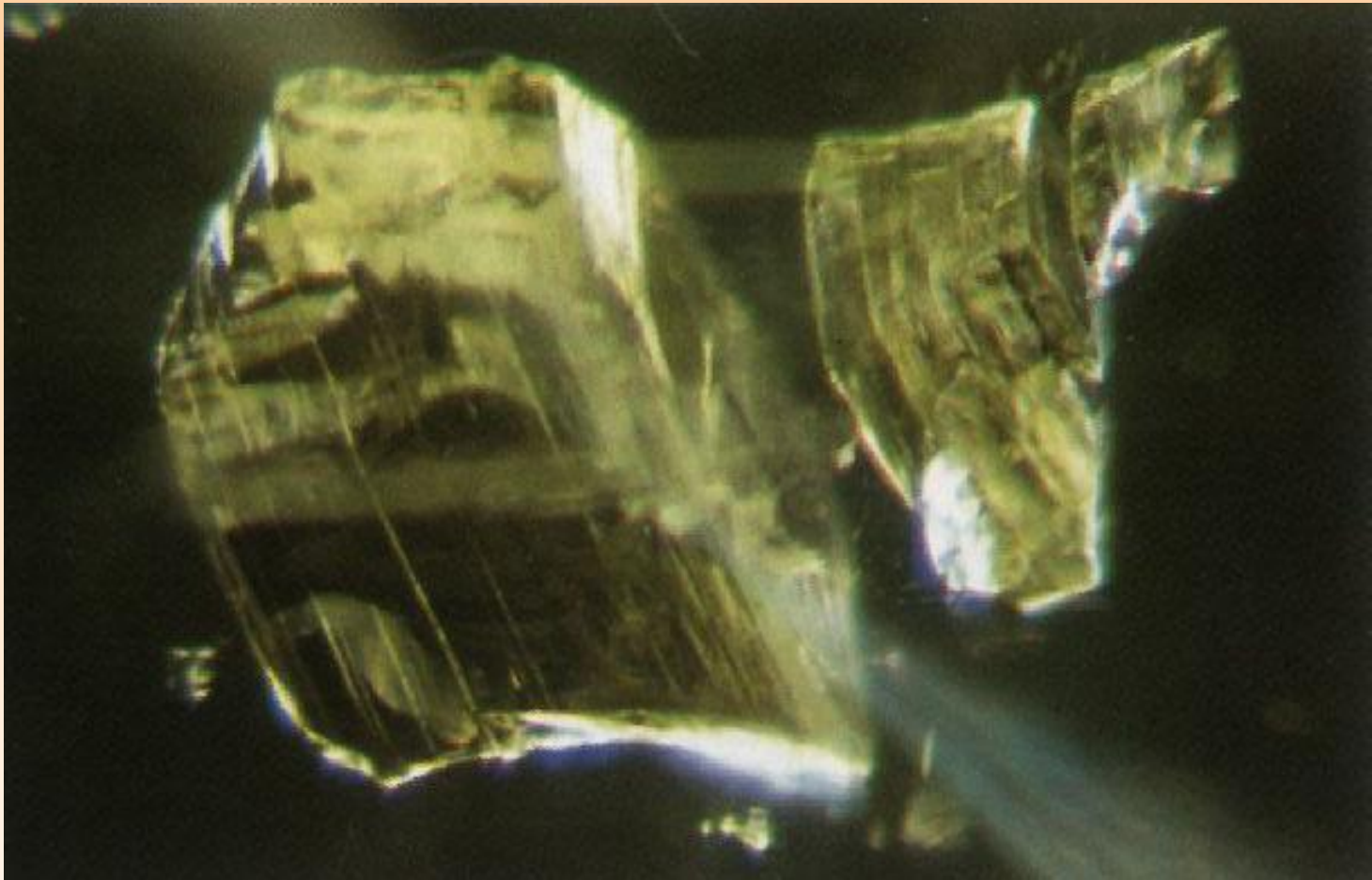
Включения в турмалине



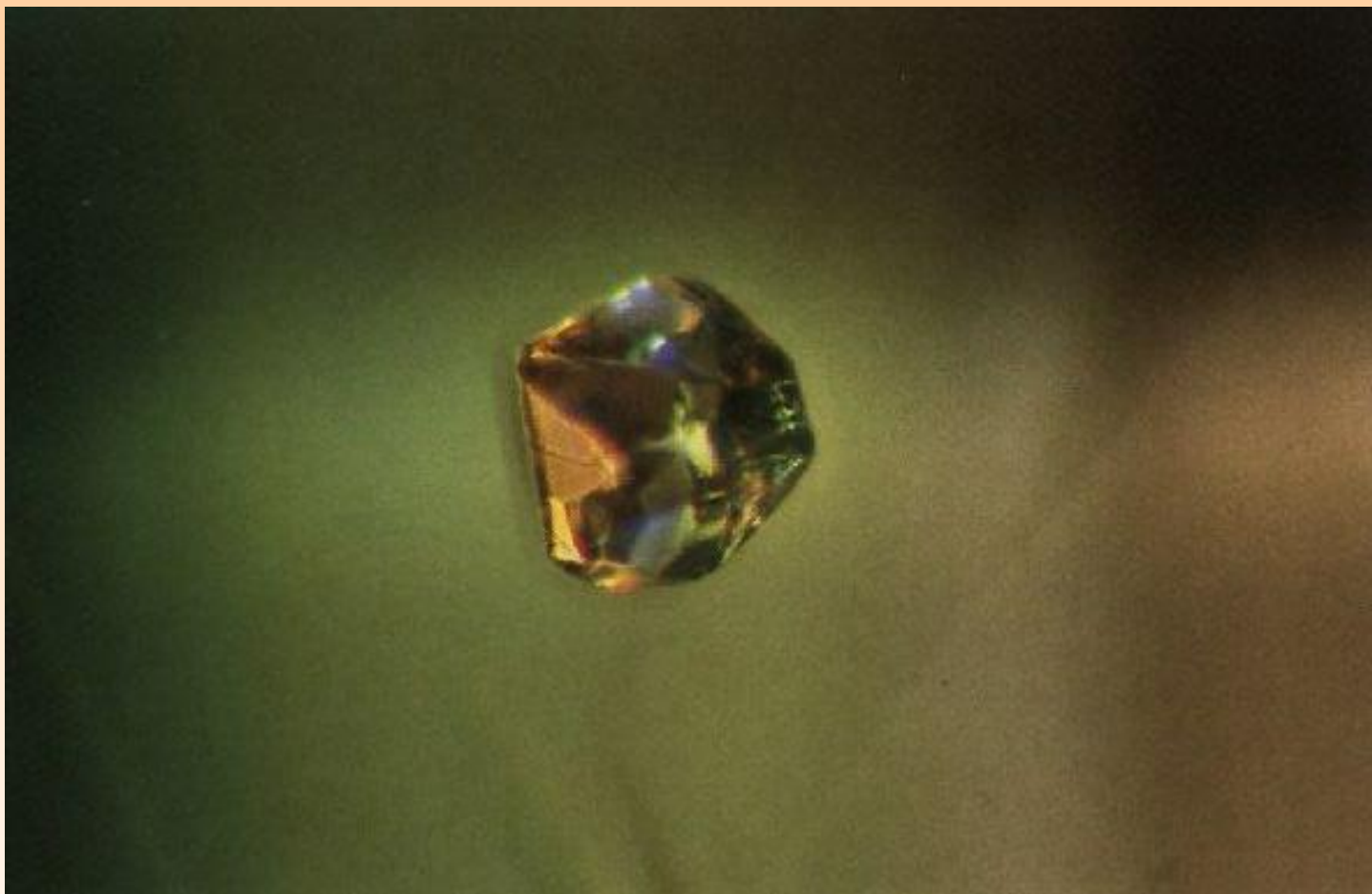
Кристалл фтор-апатита в желтом турмалине из месторождения Ленгенай в Танзании. (*Губелин, Койвула, 1996*).



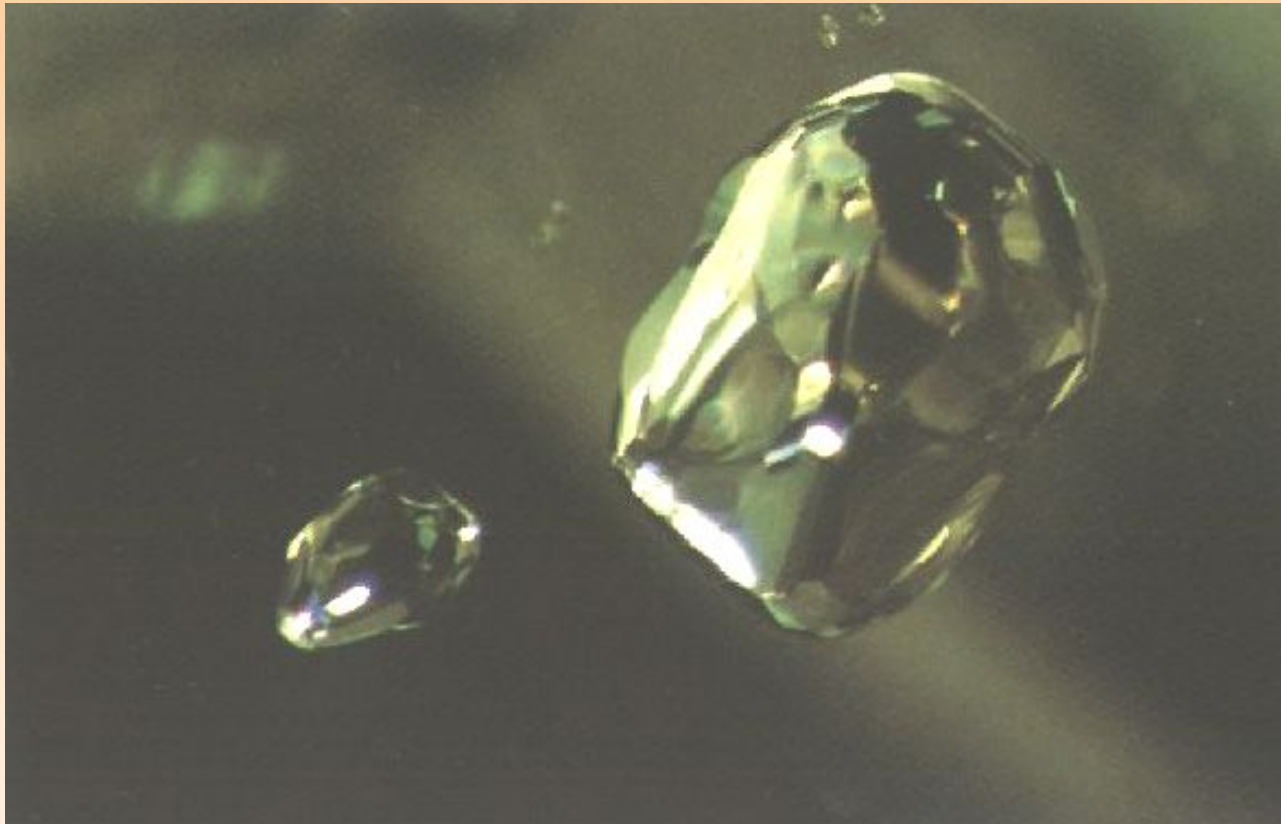
Кристалл апатита (Танзания). Увел. 35^{\times} .
(Гюбелин, Койвула, 1996).



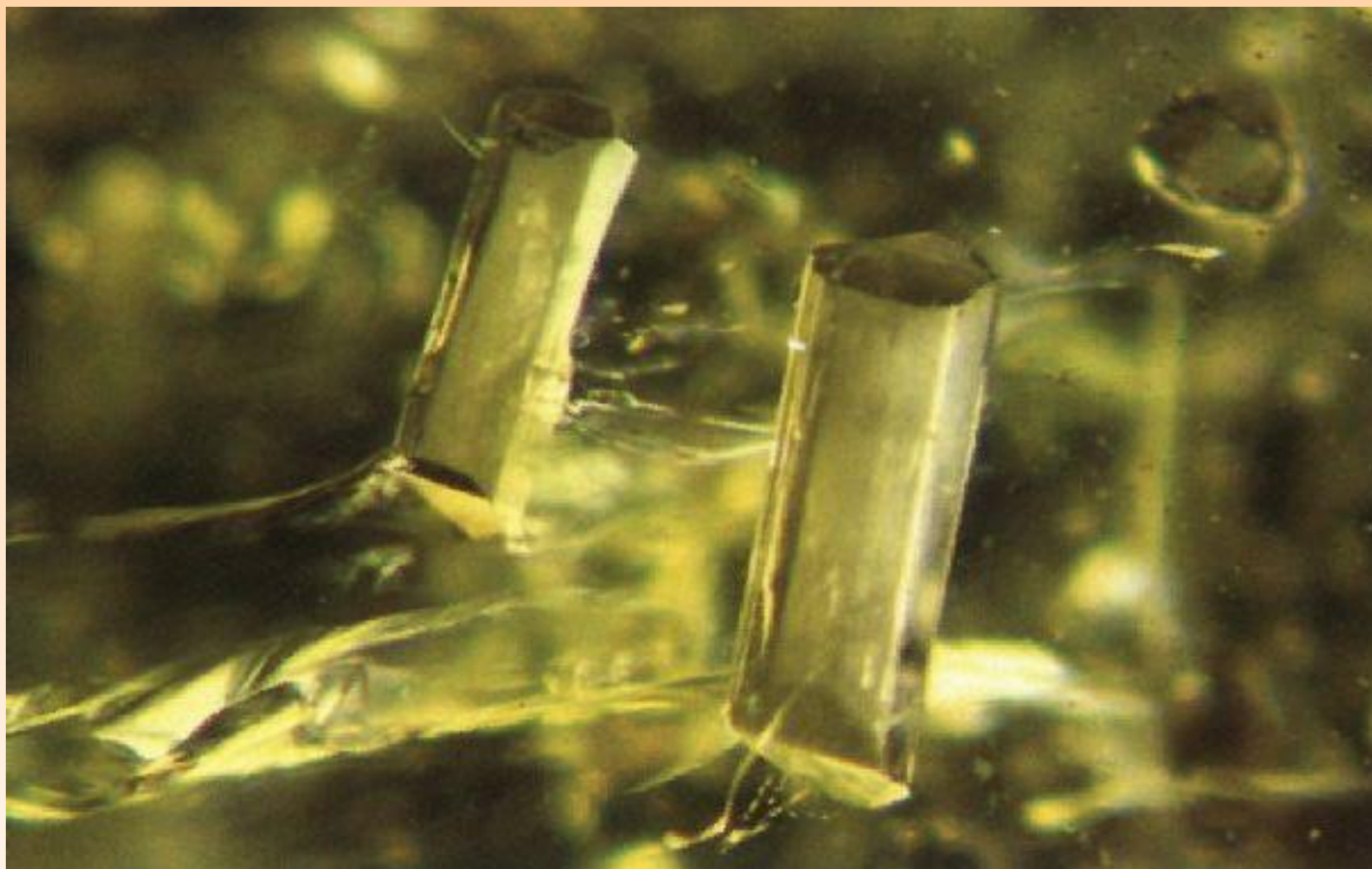
Флогопит в желто-коричневом турмалине Танзании
Увел. 50^x. (Гюбелин, Койвула, 1996).



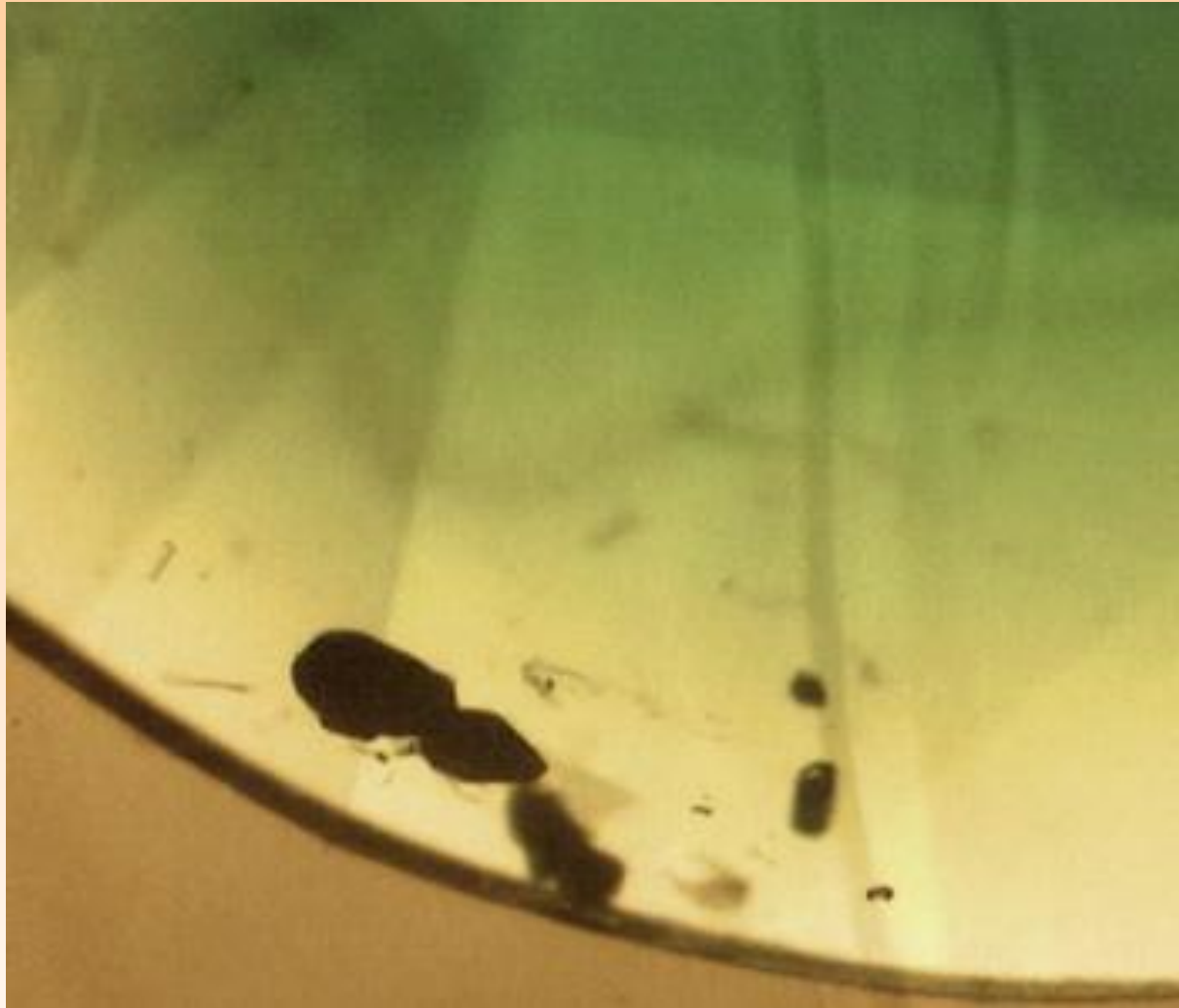
Кристалл микролита в турмалине из пегматитов Афганистана. Увел. 65^x.
(Гюбелин, Койвула, 1996).



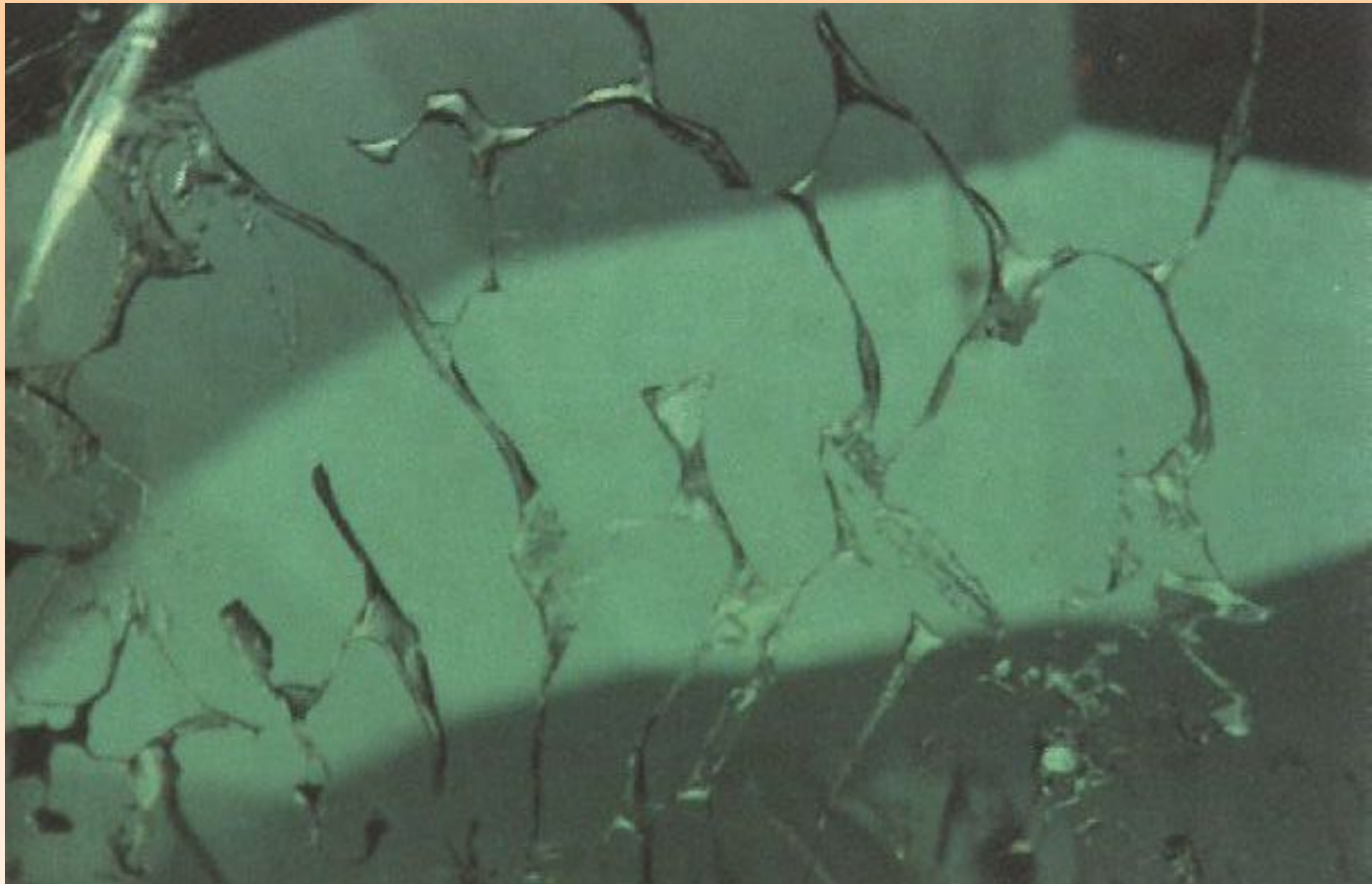
Кристалл пирита в турмалине Восточной Африки. 50^x.
(Гюбелин, Койвула, 1996).



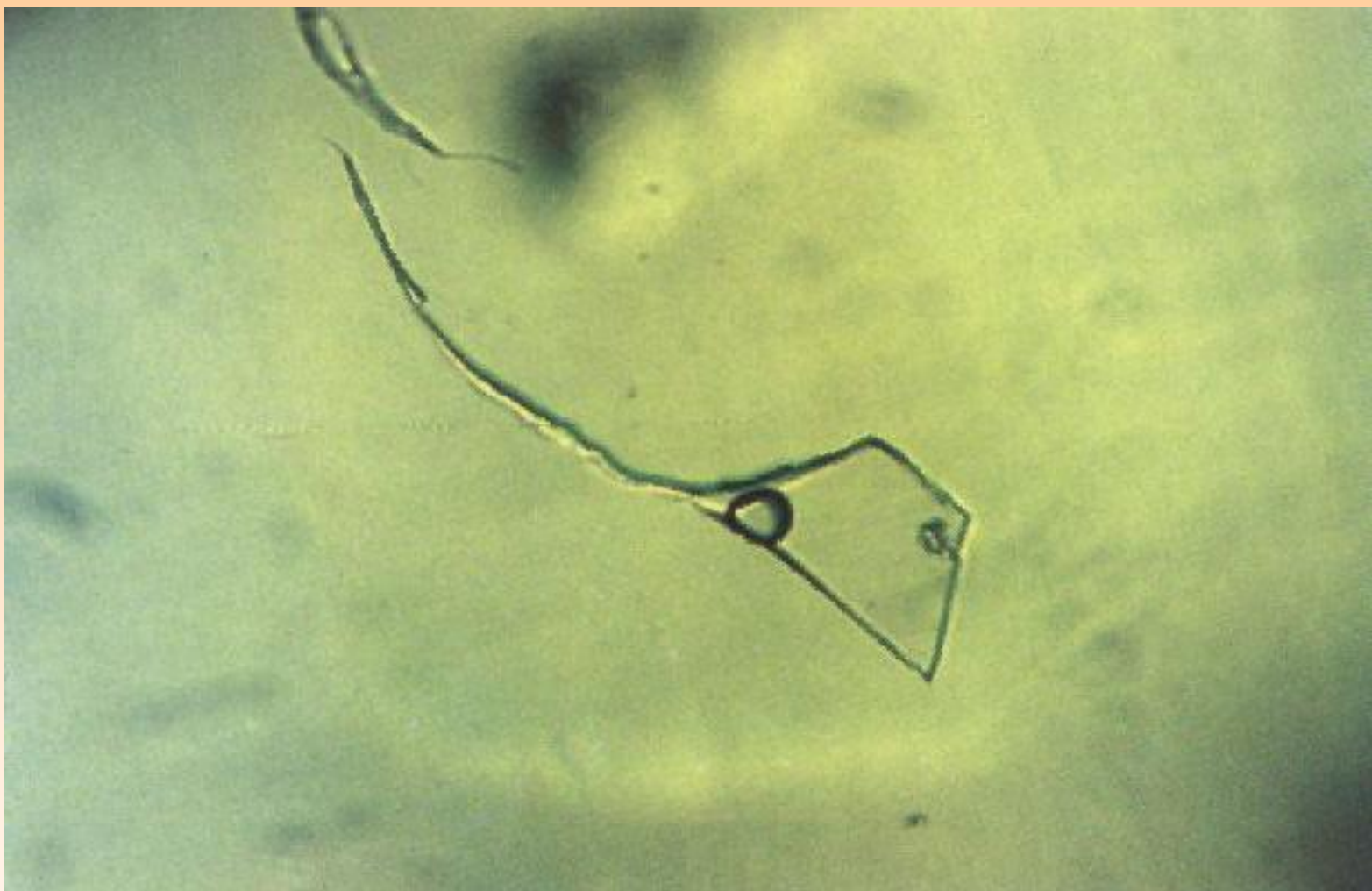
Кристаллы турмалина в турмалине. Увел. 32^x. (Гюбелин, Койвула, 1996).



Магнетит в зеленом турмалине Бразилии .
(Гюбелин, Койвула, 1996).

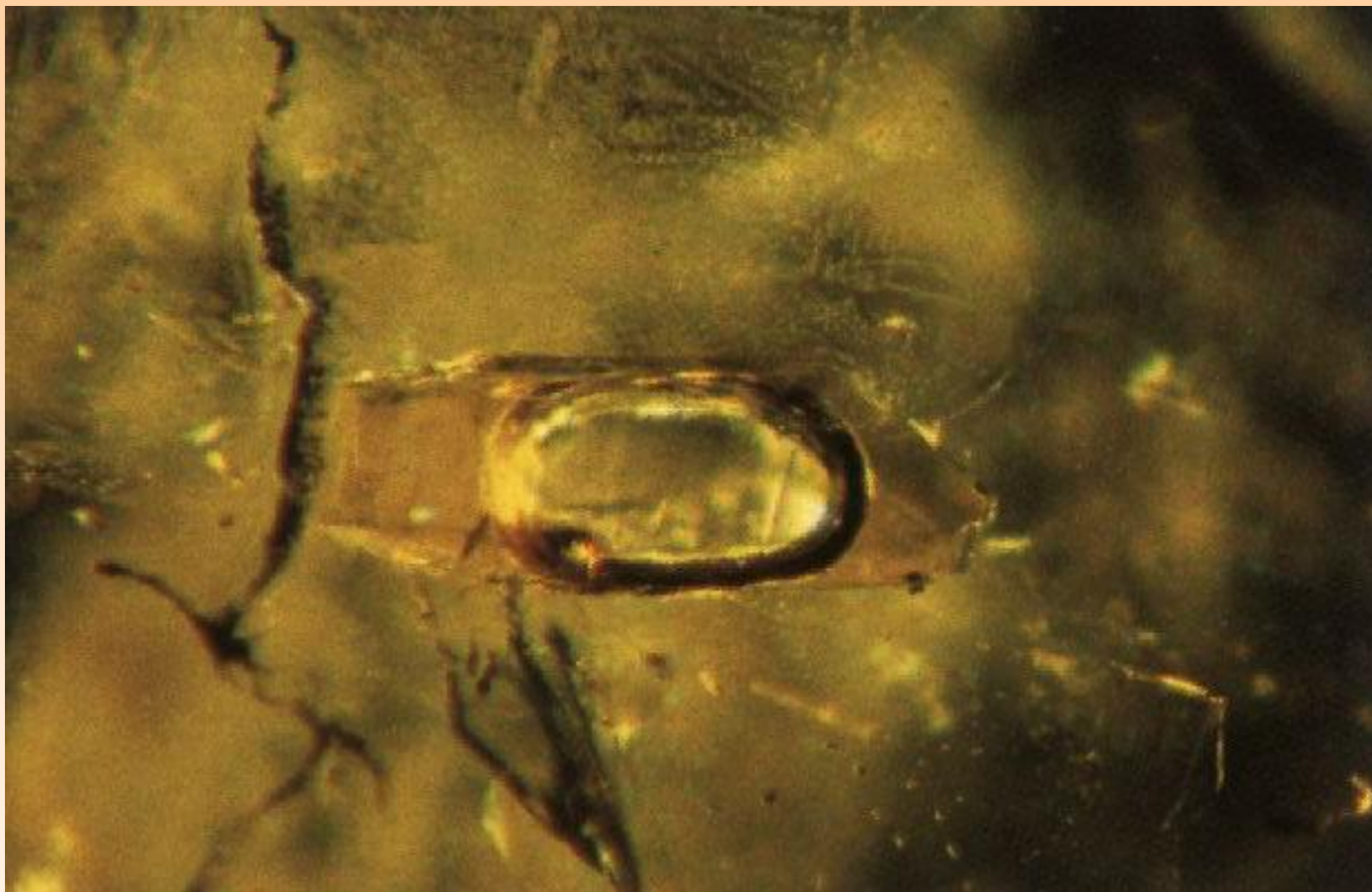


Каналы в зеленом турмалине. (Newry, Maine , USA). Увел 70х.
(Гюбелин, Койвула, 1996).

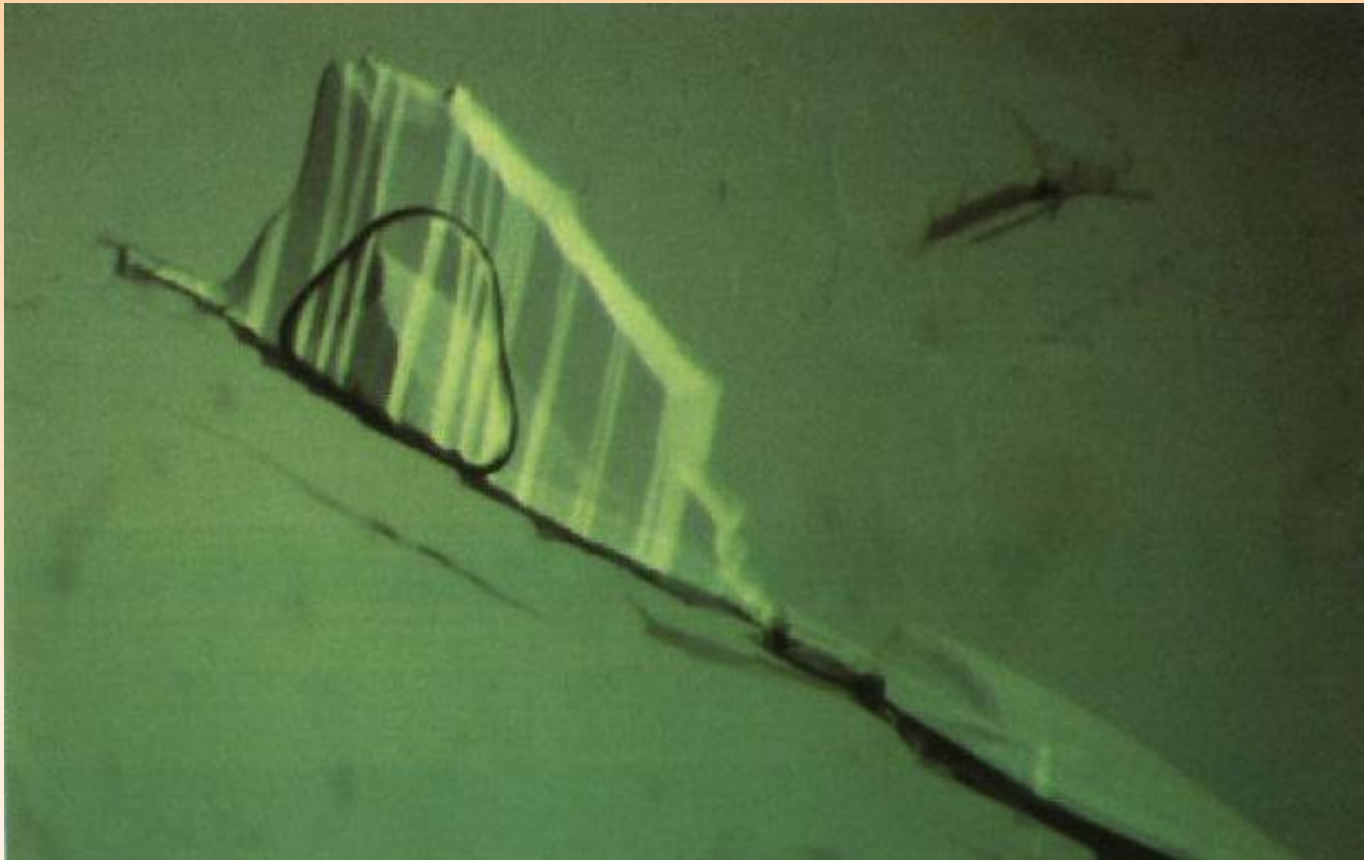


Трехфазное включение. Увел. $85\times$.
Койвула, 1996).

(Гю...



Крупное первичное включение в коричнево-желтом турмалине из Кении.
Увел. 50^x. (Гюбелин, Койвула, 1996).

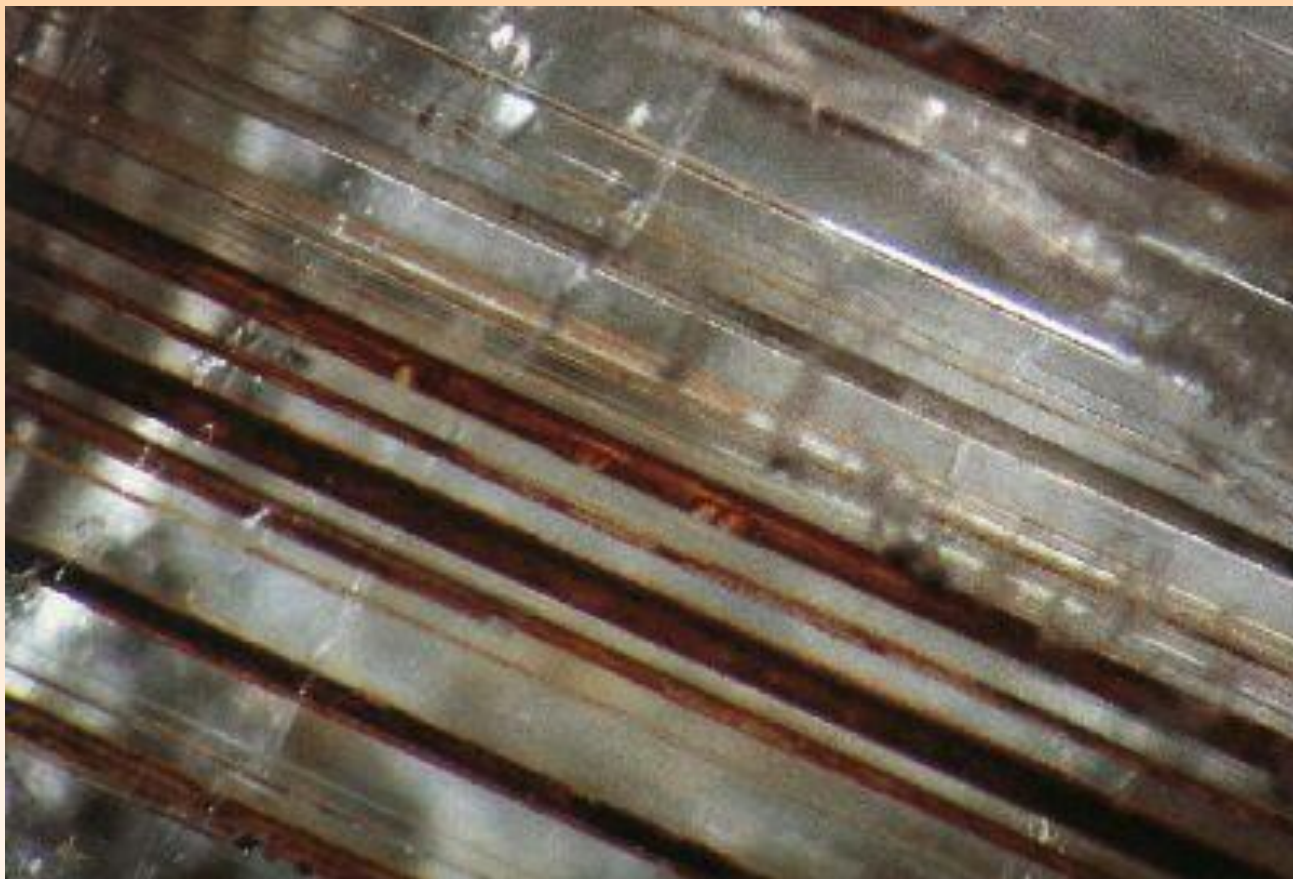


Первичное двухфазное включение в зеленом турмалине (Minas Gerais Brazil). 50^x. (Гюбелин, Койвула, 1996).

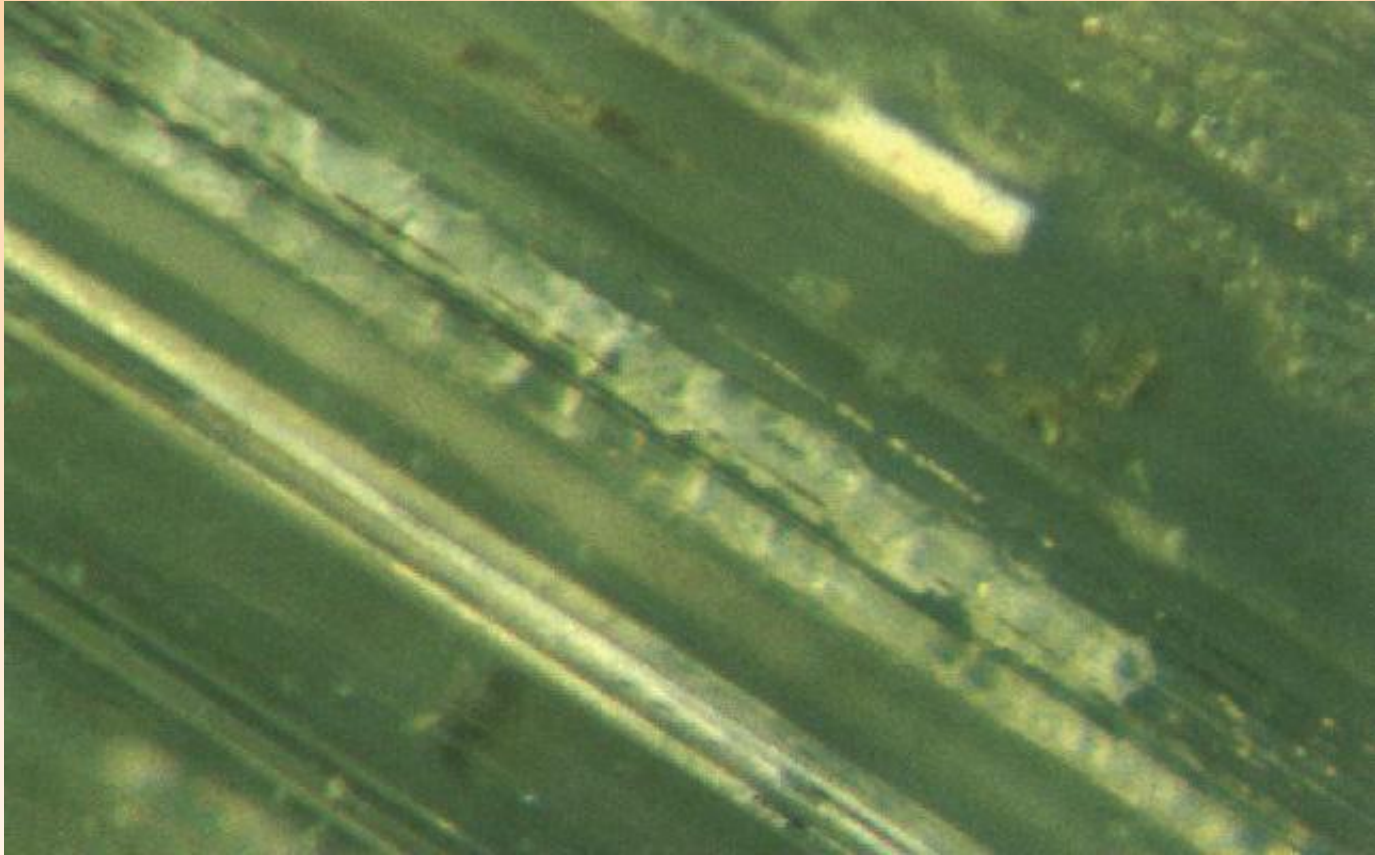


Двухфазное включение в турмалине Бразилии. Увел.65^x.

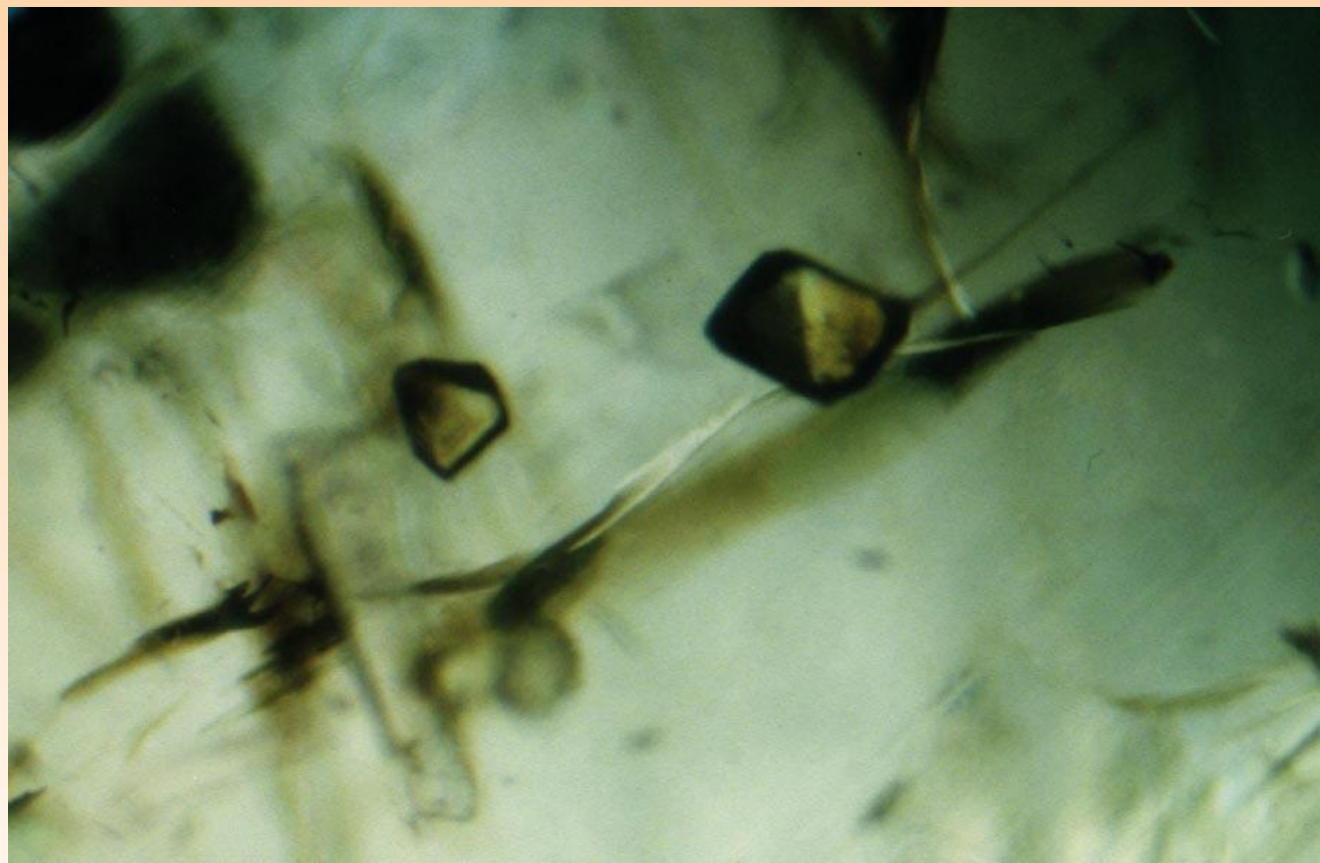
(Гюбелин, Койвула, 1996).



Каналы, параллельные оси c , в турмалине Бразилии, содержащие флюидные включения. Увел. $50\times$ (Гюбелин, Койвула, 1996).



Каналы в зеленом турмалине (Newry, Maine, USA). 32^x. (Гюбелин, Койвула, 1996).



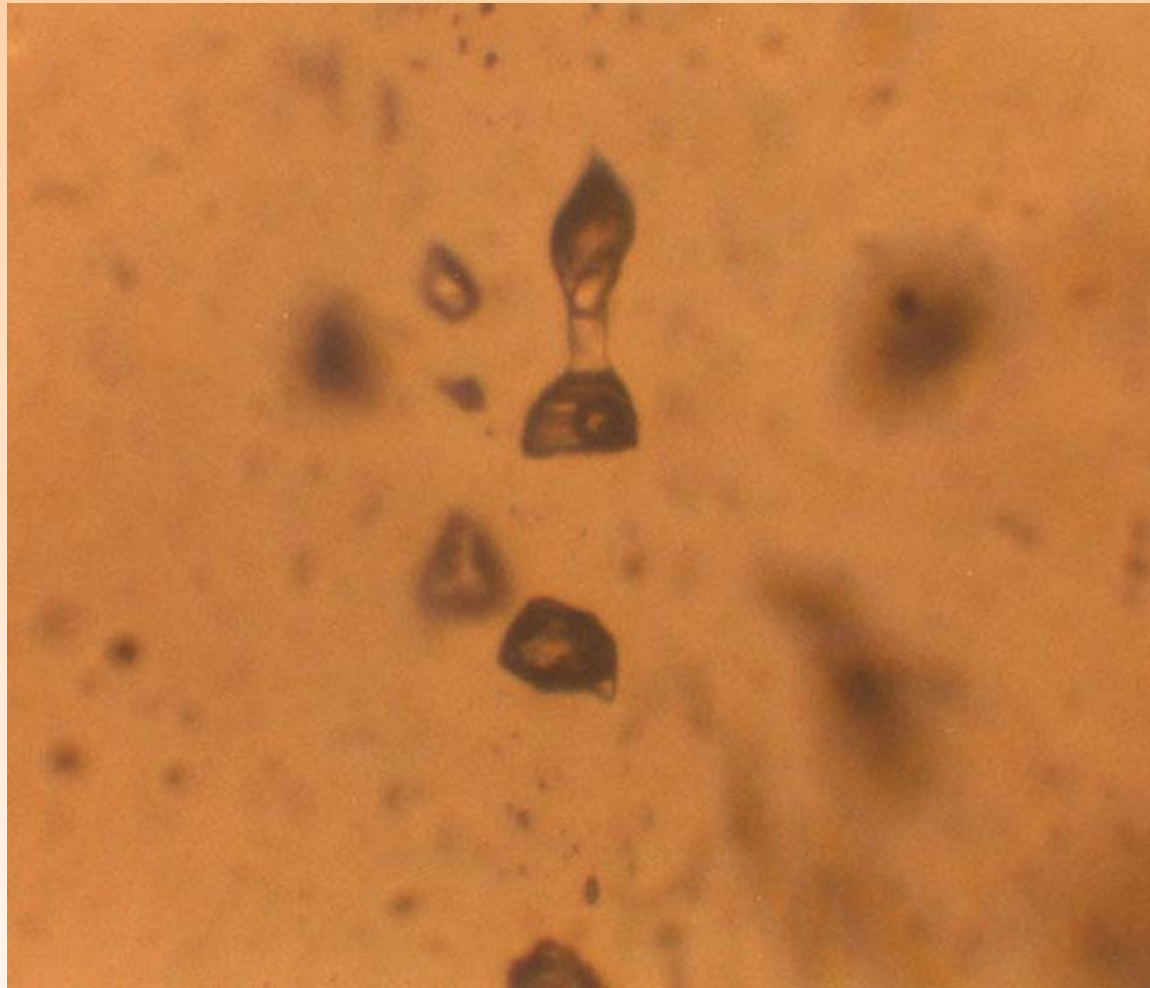
Включения флюорита в турмалине из пегматитов Малхан.
Увел. 150^x



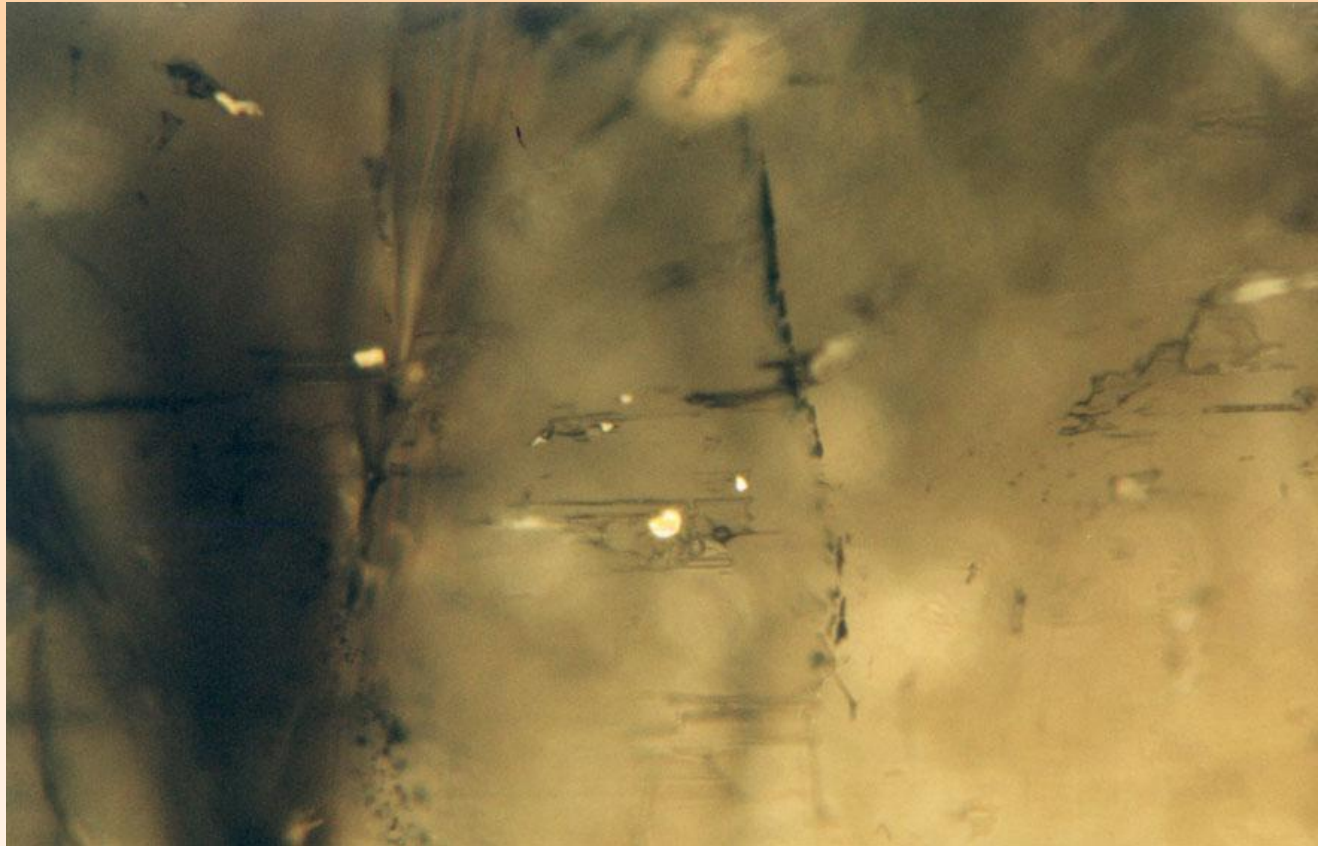
Включения флюорита в турмалине и слюды из пегматитов
Малхан. Николи скрещены. Увел. 150^x



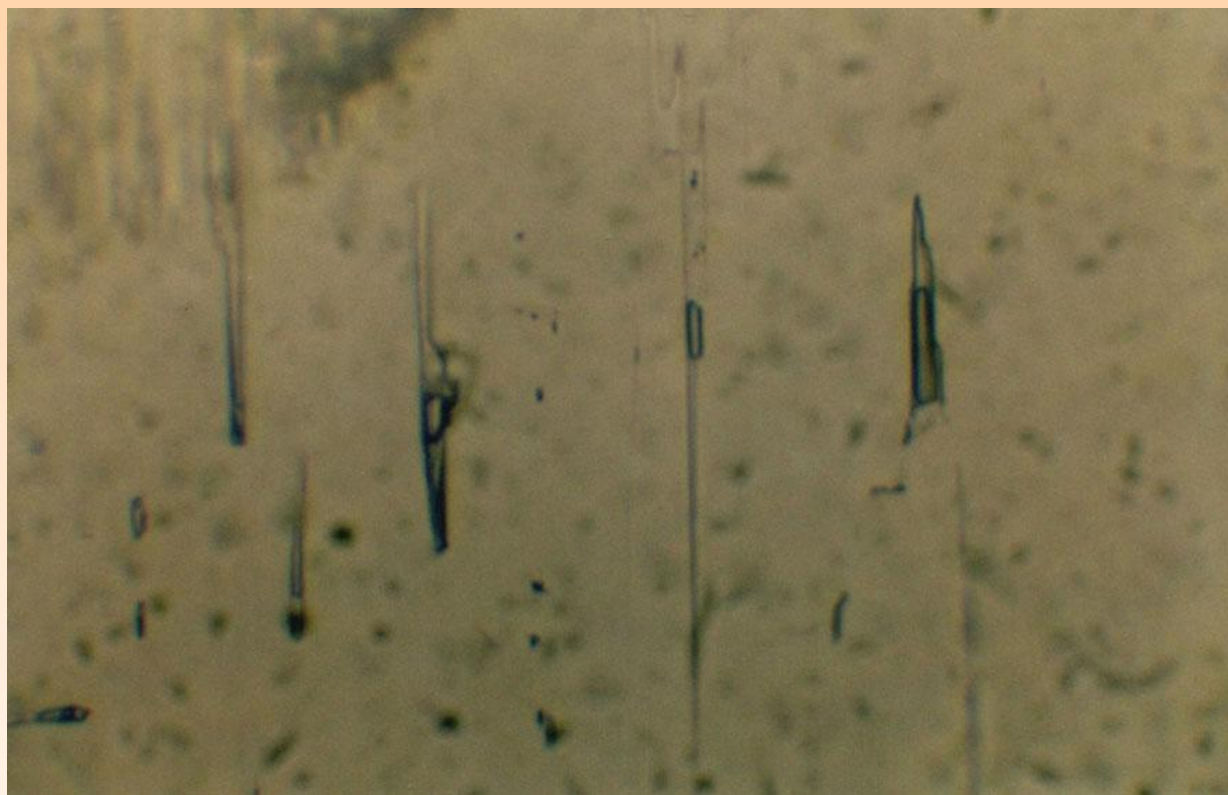
Крупное первичное газово-жидкое включение в красном турмалине из пегматитов Малхан. Увел.30^x



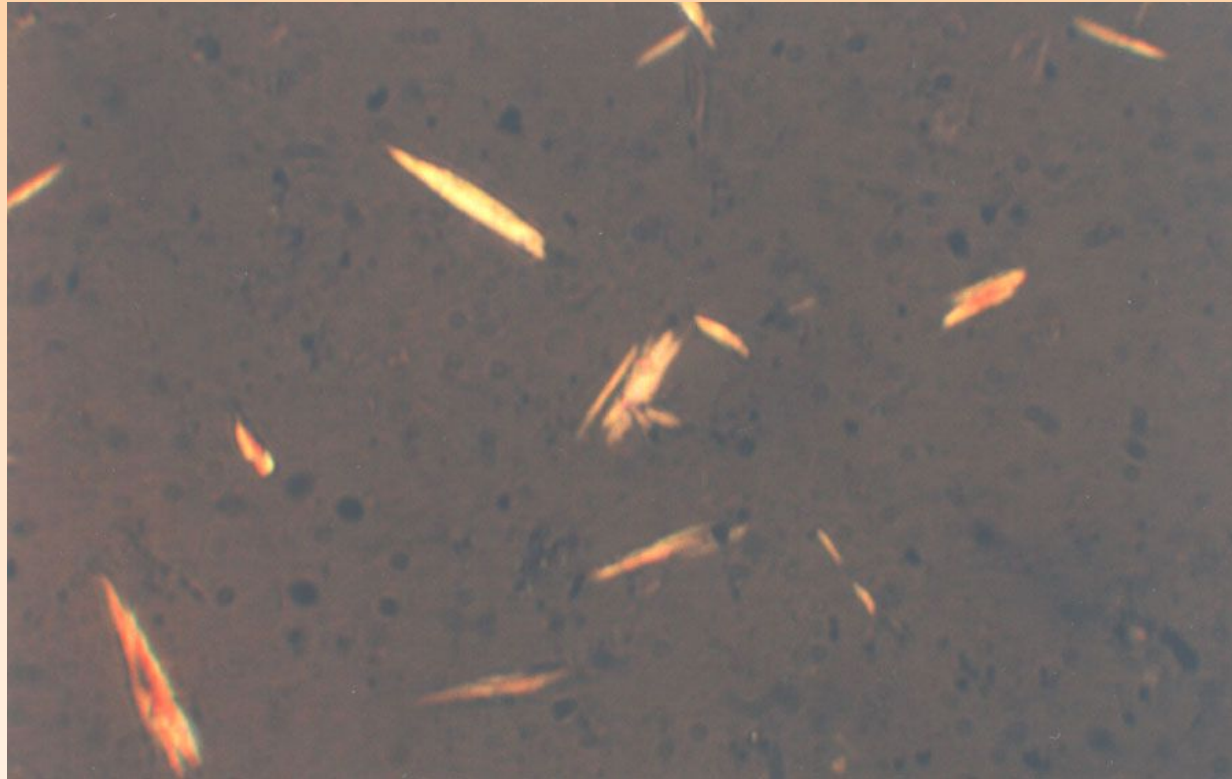
Многофазные включения в желто-коричневом турмалине из пегматитов
Малхан. Увел.250^x



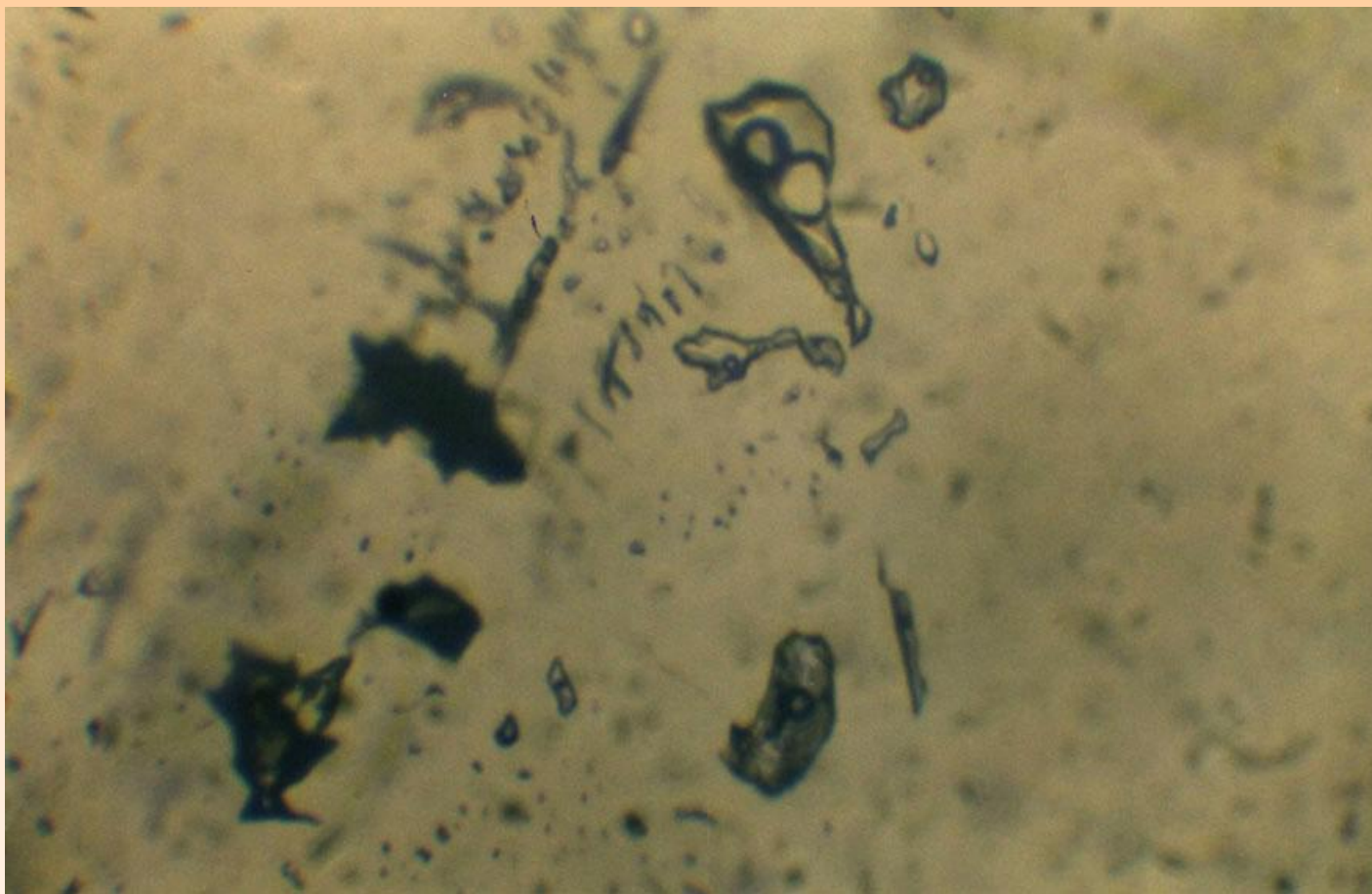
Двухфазные включения в коричневатом-желтом турмалине Малхан.
Увел 150^x



Жидко-газовые включения в коричневатом-желтом турмалине
Малхан. Увел 150^x



Включения слюды в коричневом турмалине из пегматитов Малхан. Николи скрещены. Увел 150^x



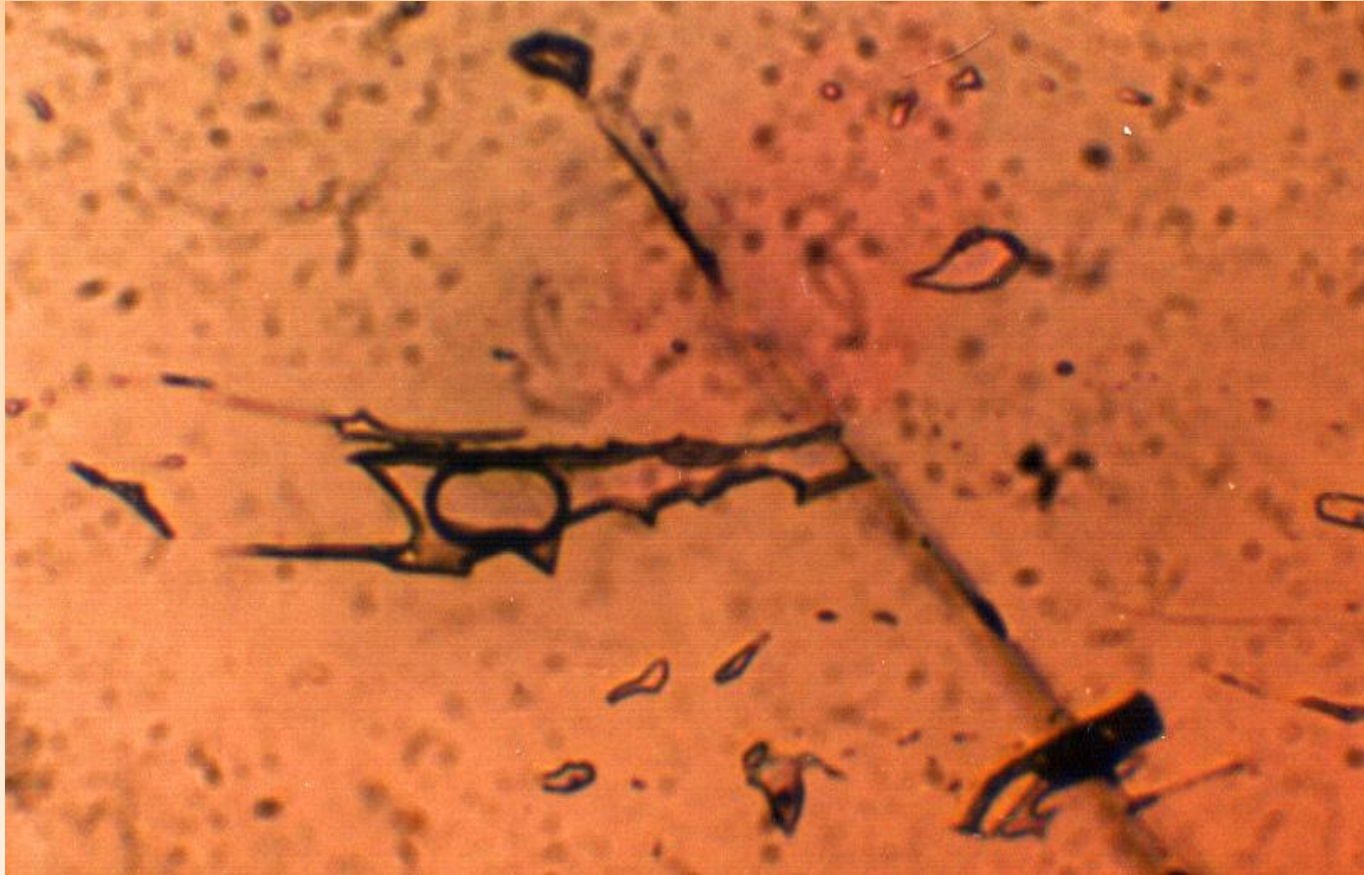
Многофазные включения в желто-коричневом турмалине из пегматитов Малхан. Увел.250^x



Углекислотное включение в эльбаите из пегматитов
Малханского пегматитового поля. Увел. 250^x.



Двухфазное включение вытянутой форм в зеленовато-желтом турмалине из пегматитов Малхан. Увел. 250^x



Двухфазные включения в красновато-коричневом турмалине из пегматитов Малхан. Увел.250^x