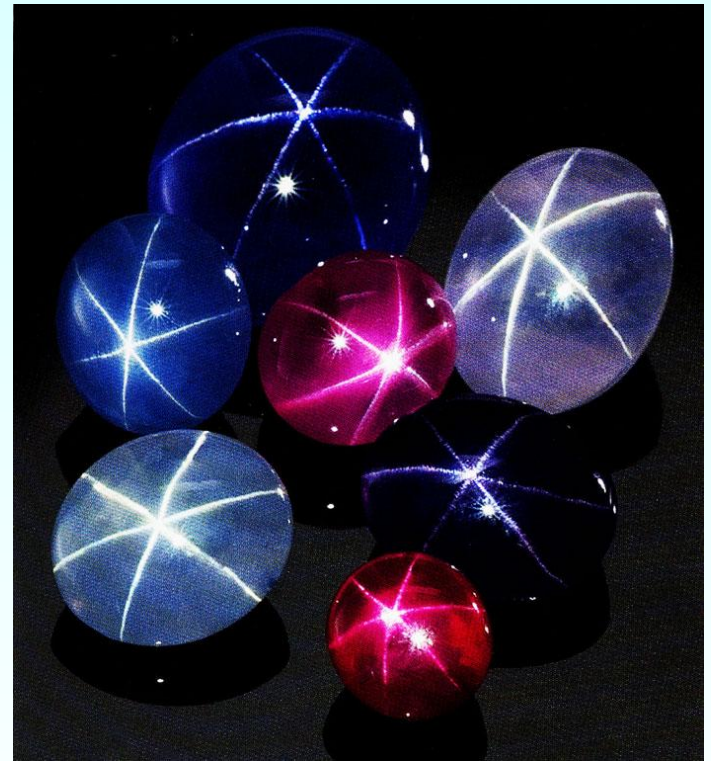


# Сапфир

К сапфирам относятся традиционные голубые или синие разновидности благородного корунда, а также зеленые, желтые, фиолетовые, розовые, бесцветные, т. е. любые по цвету, за исключением красных.

Рубины и сапфиры, обладающие астеризмом — оптическим эффектом яркой симметричной шестилучевой звезды, называются астериксами или звездчатыми рубинами и сапфирами. Причина астеризма - отражение световых лучей от микроскопических игольчатых включений или трубчатых пустот, закономерно ориентированных в плоскости, перпендикулярной к вертикальной оси кристалла. Такие включения располагаются под углом  $120^\circ$  друг к другу по трем направлениям, параллельным каждой паре призматических граней кристалла. В тех случаях, когда включения ориентированы только по одному из трех названных направлений, возникает оптический эффект переливчатости типа "кошачий глаз". Включения представлены иглами рутила.



*Сапфиры с эффектом астеризма  
(Shor and Weldon, 2009)*



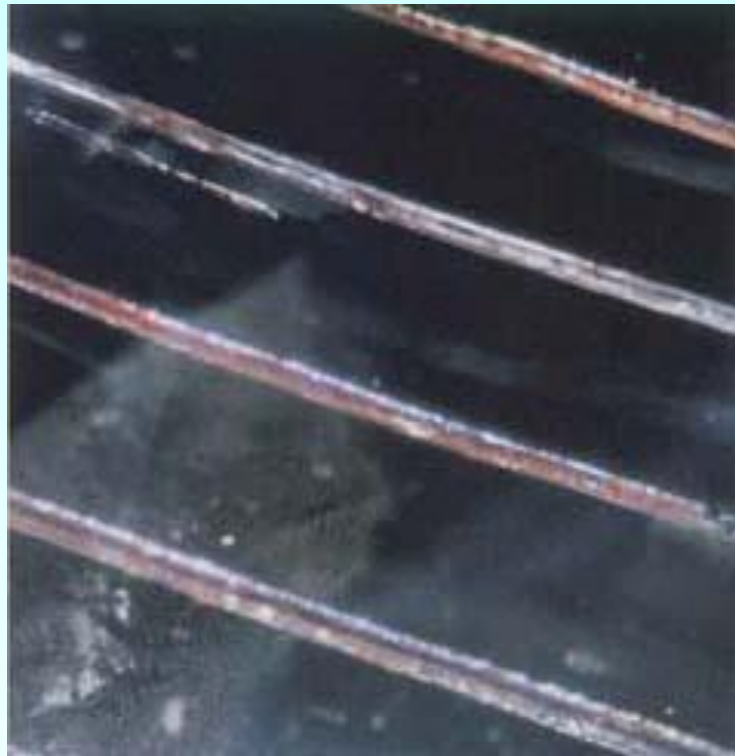
Как уже говорилось, корунд распространен довольно широко, его месторождения относятся к различным генетическим классам. В магматических породах он встречается в перидотитах, базальтах, андезитах, трахитах, щелочных и нефелиновых сиенитах, гранитах. Он характерен для сиенитовых пегматитов. Месторождения корунда, относящиеся к пневматолитово-гидротермальному классу, связаны с плагиоклазитами, слюдитами в ультраосновных породах, скарнированными мраморами и силикатными эндоскарнами. Известны месторождения корунда, относящиеся к метаморфогенному классу, где он характерен для кристаллических сланцев и роговиков высоких ступеней метаморфизма. Кроме того, он является обычным минералом россыпей

# Включения в природных сапфирах

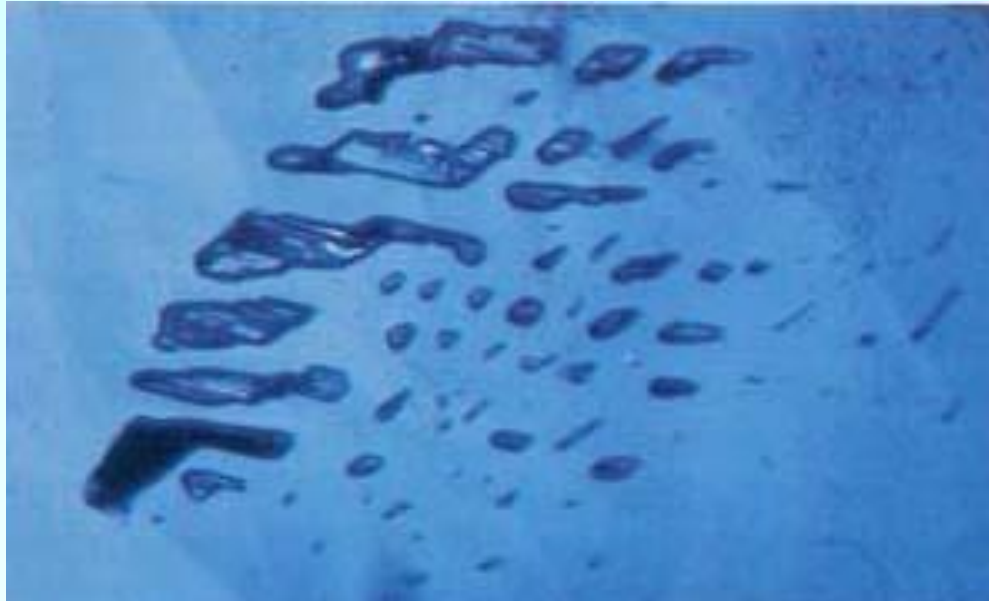


Включения шпинели. Размер включения 0,08 мм.

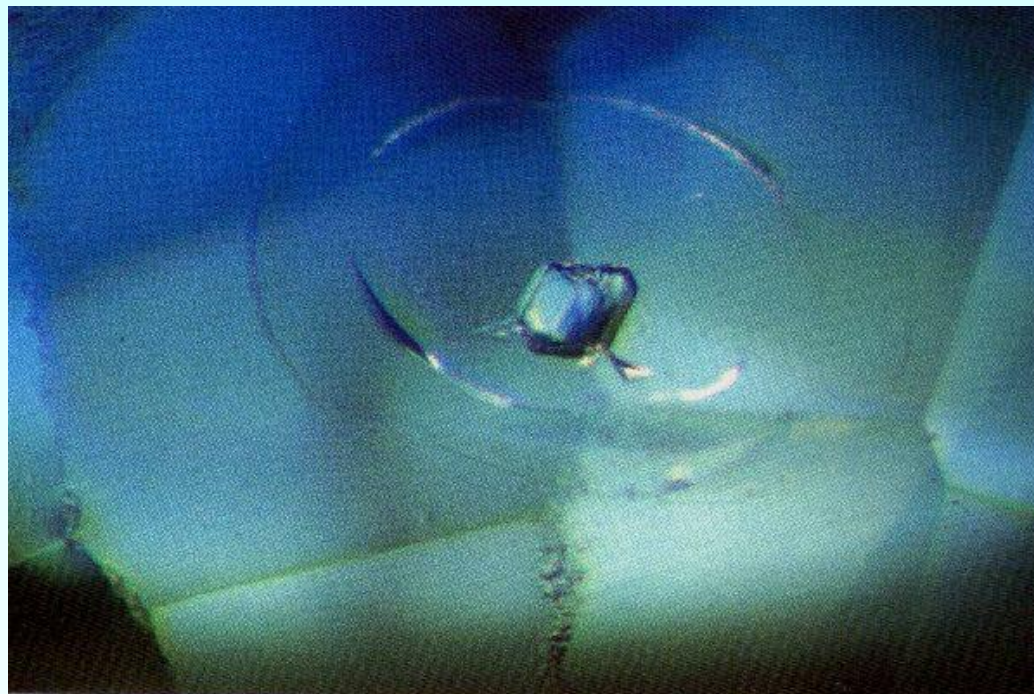
(М-ние Elahera. *Gunawardene, 1986*)



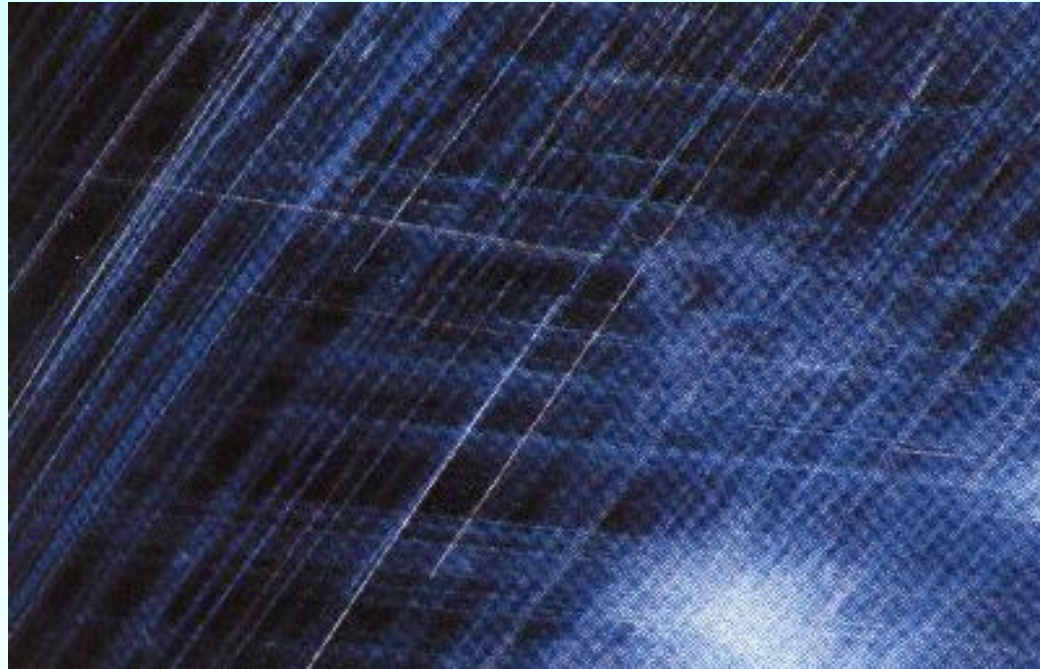
Включения игл рутила. Ширина картинки 0,25 мм.  
(М-ние Elahera. *Gunawardene, 1986*)



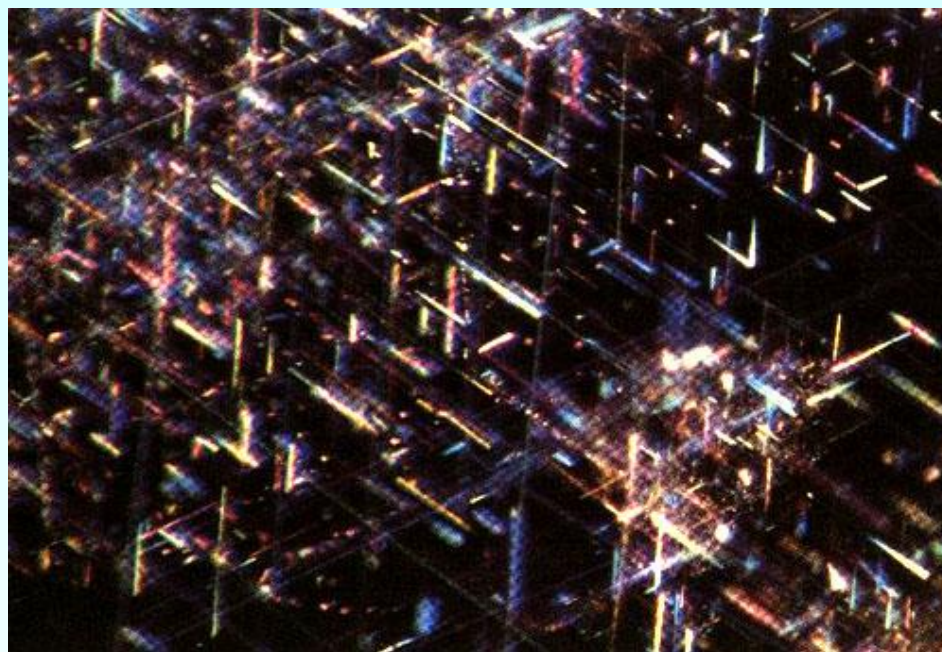
Многофазные включения в виде "отпечатков пальцев".  
Размер включения 0,05 мм. (М-ние Elahera. *Gunawardene, 1986*)



Кристалл циркона в сапфире (Шри Ланка).  
Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Рутиловые нити в сапфире Шри Ланки. Ширина картинка 0,25 мм.  
(*Gübelin, Koivula, 1996*)



Рутиловые нити в сапфире Шри Ланки. Николи скрещены.  
Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

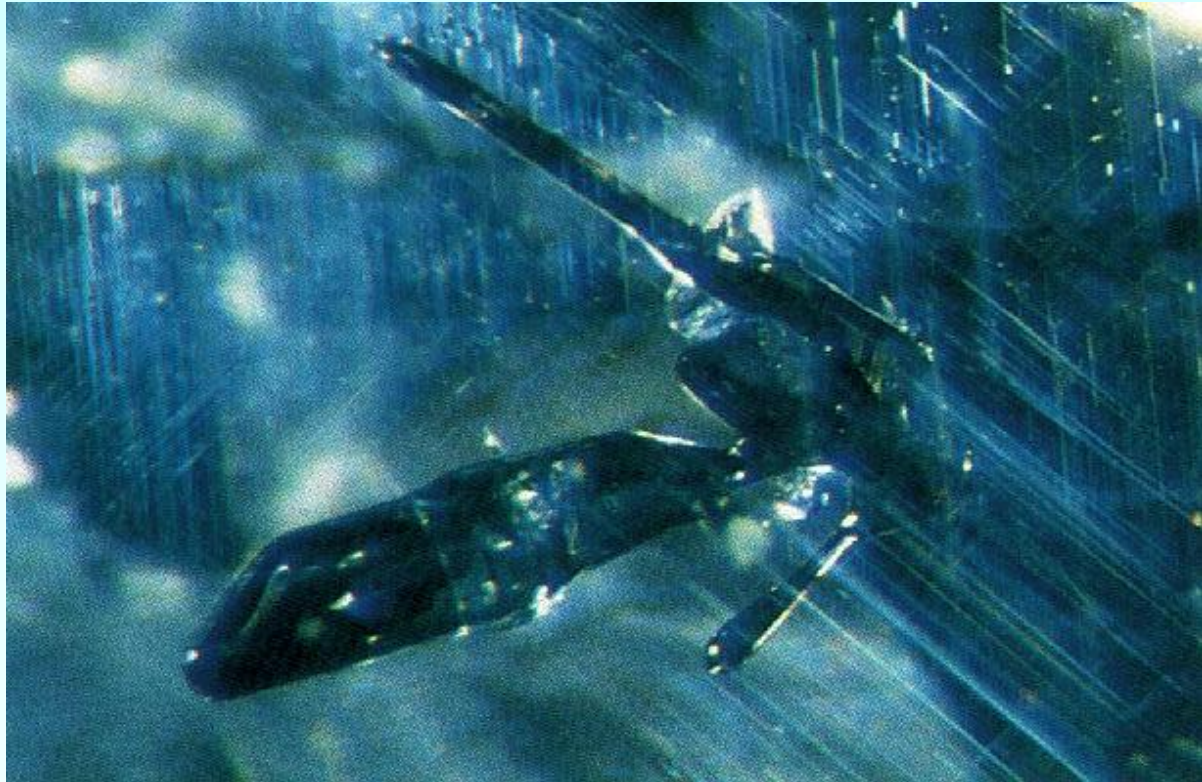




Кристалл апатита в сапфире Шри Ланки.  
Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



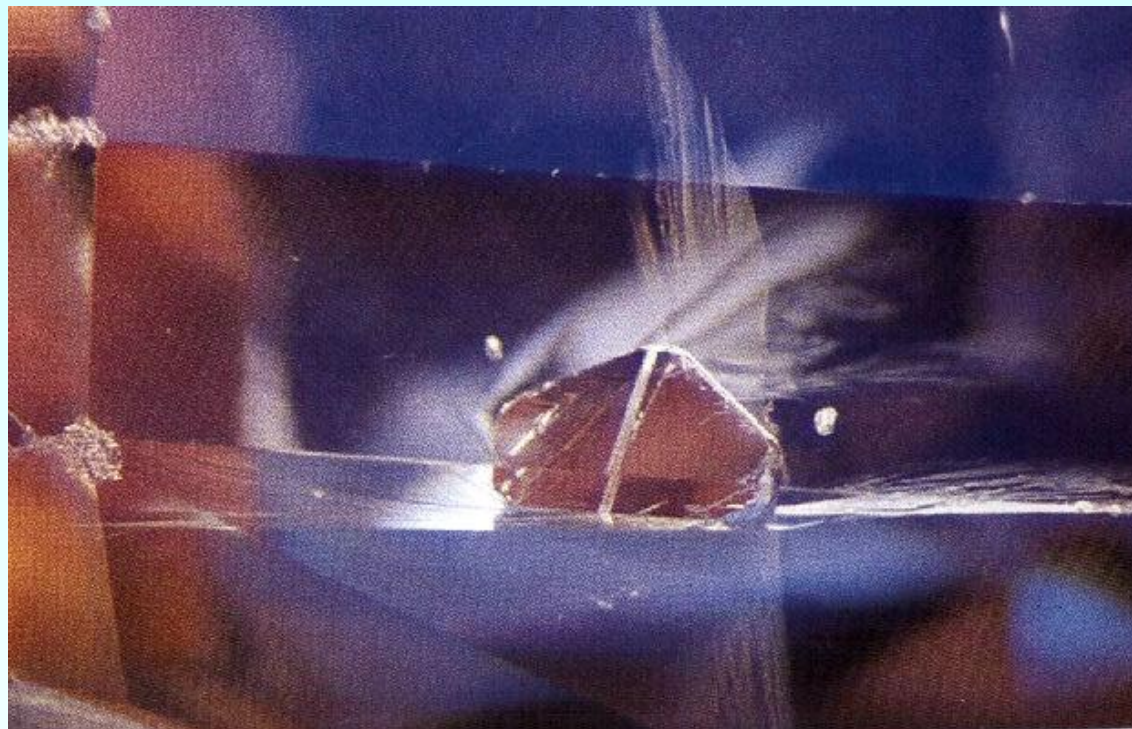
«Кометовидные» кристаллики альбита в сапфире. (Sri Lanka). Размер включения 0,05 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Черные кристаллы гематита и рутиловые нити в сапфире.  
Размер включения 0,08 мм. . (*Gübelin, Koivula, 1996*)



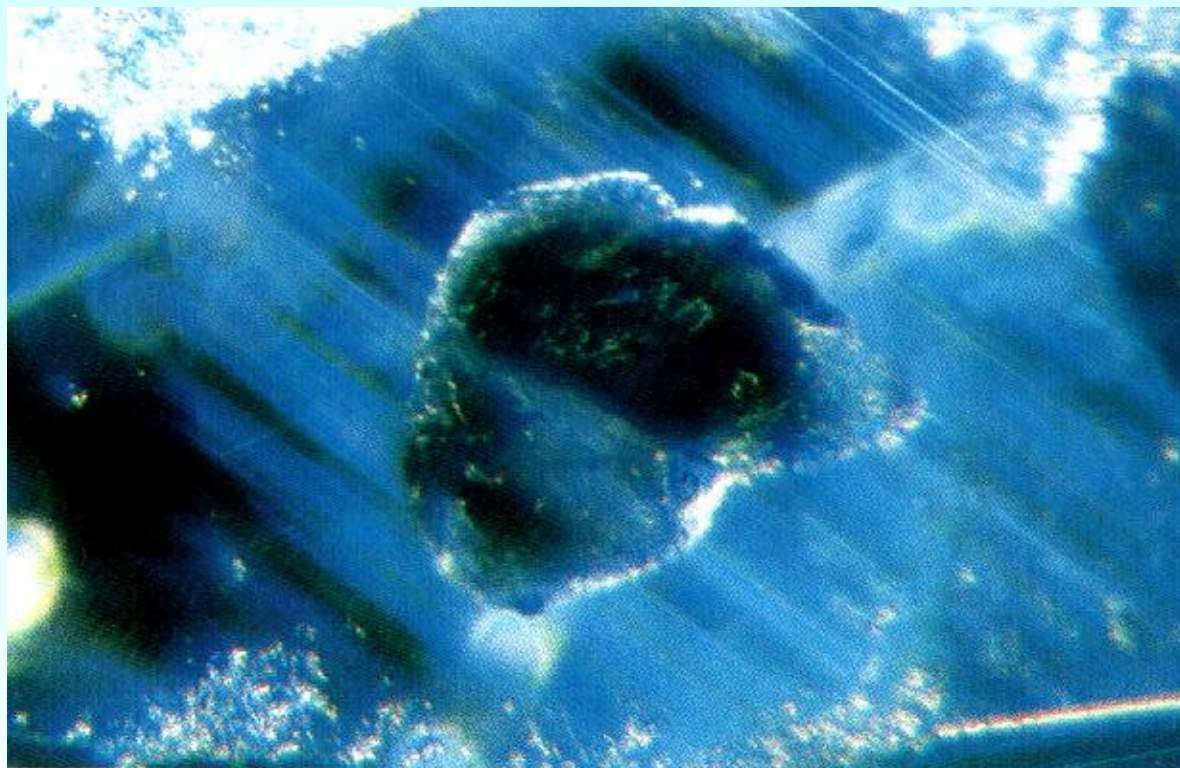
Графит в качестве твердой фазы в многофазных включениях в сапфире Шри Ланки. Размер включений 0,15 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Флогопит в сапфире Шри Ланки.  
Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Кристаллики пирротина и пирита в сапфире Шри Ланки. Размер включения 0,08 мм. . (*Gübelin, Koivula, 1996*)



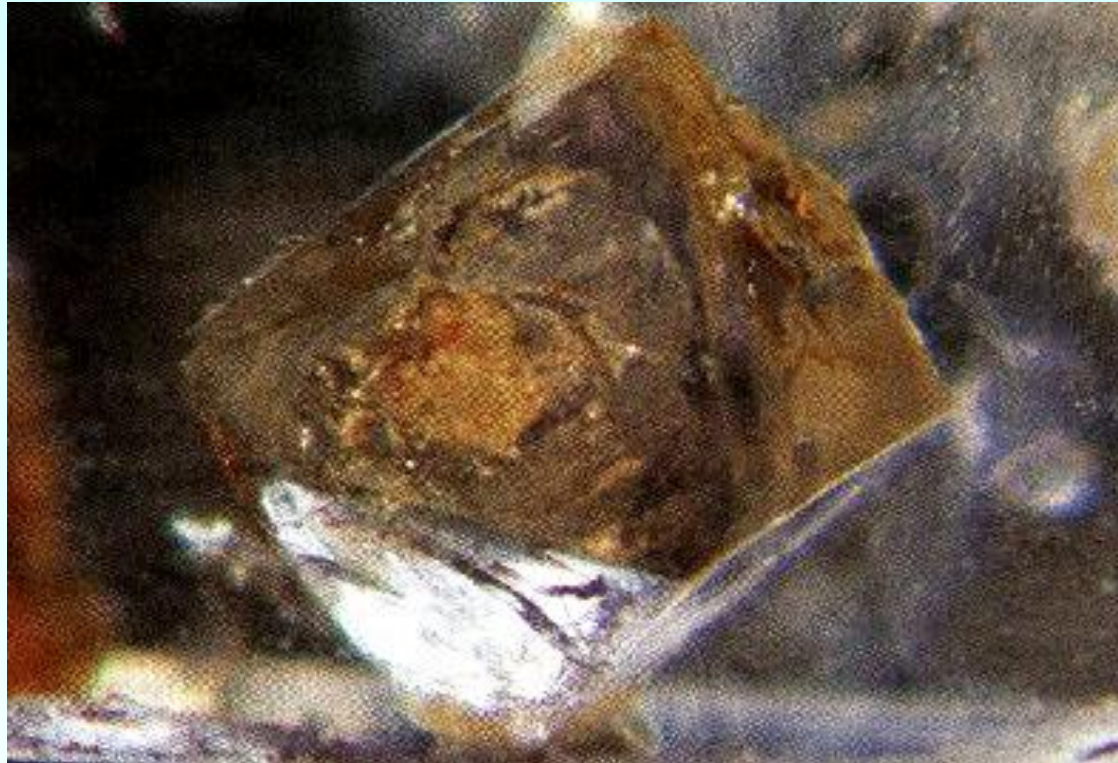
Зеленая цинковая шпинель (ганит) в сапфире Шри Ланки.  
Размер включения 0,08 мм. . (*Gübelin, Koivula, 1996*)



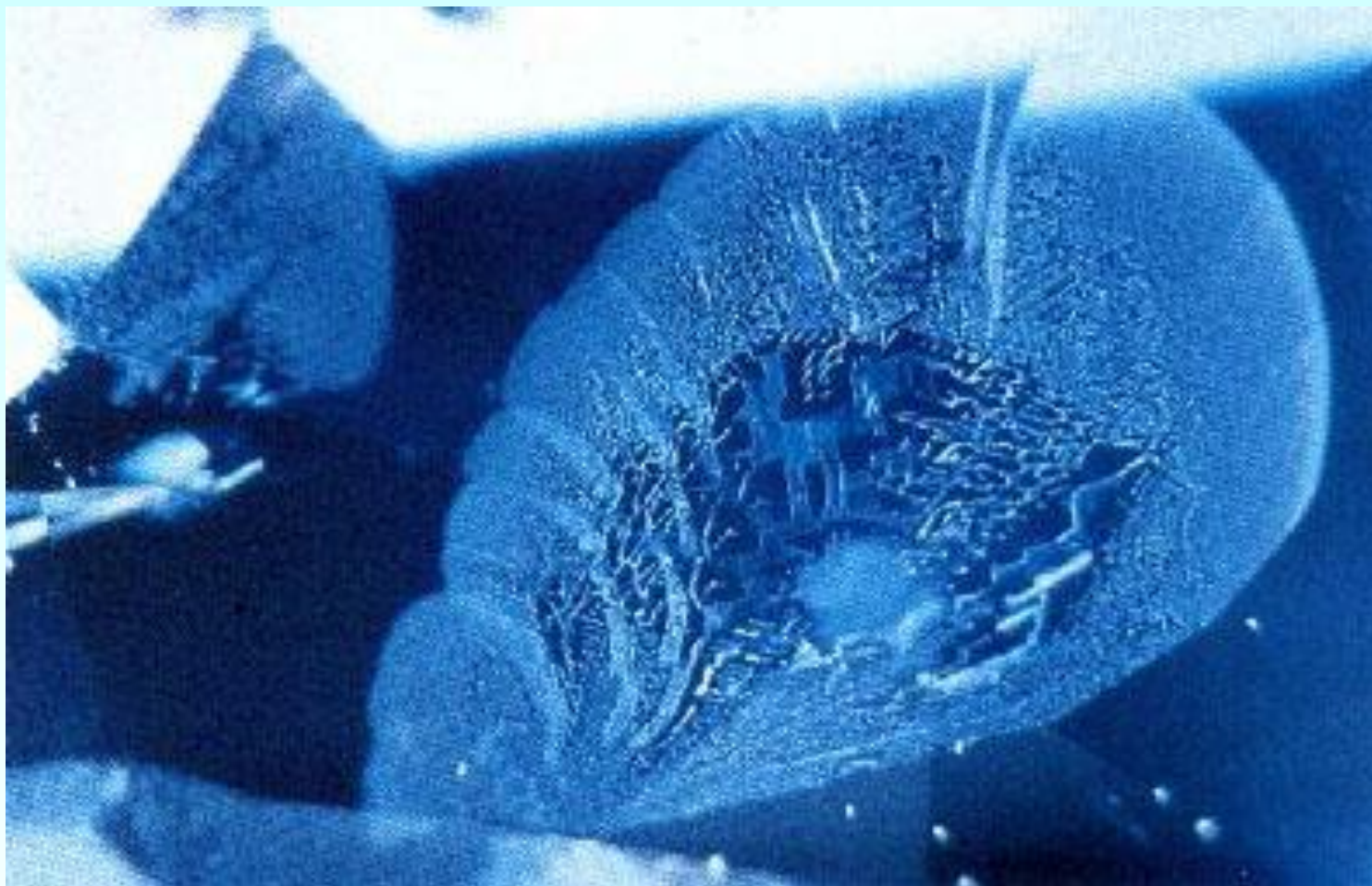
Октаэдрический кристалл уранинита с овальным гало в сапфире Шри  
Ланки.

Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*) .





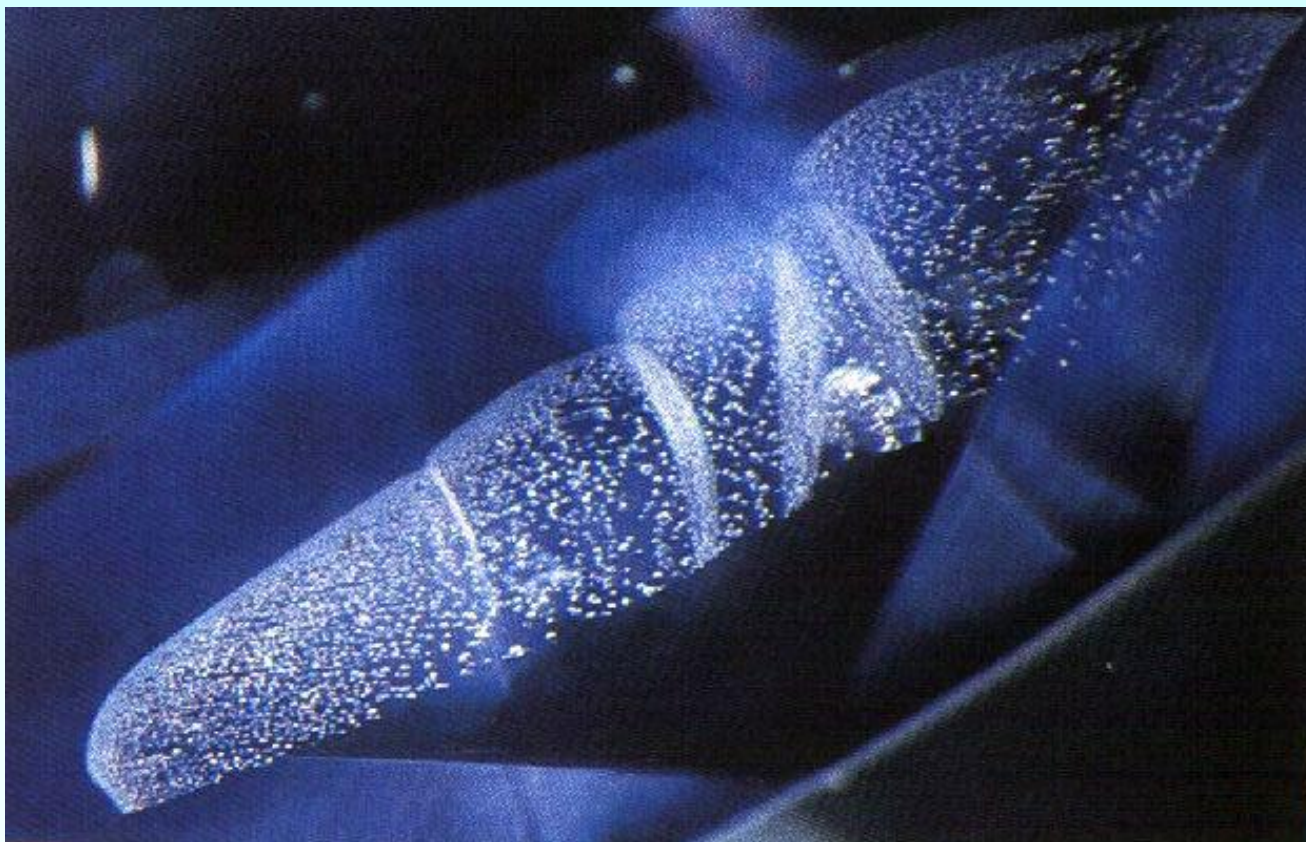
Идиоморфный кристалл шпинели в сапфире Шри Ланки.  
Размер включения 0,08 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Флюидные включения в виде «перьев» в сапфире Мьянмы.  
Ширина картинка 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



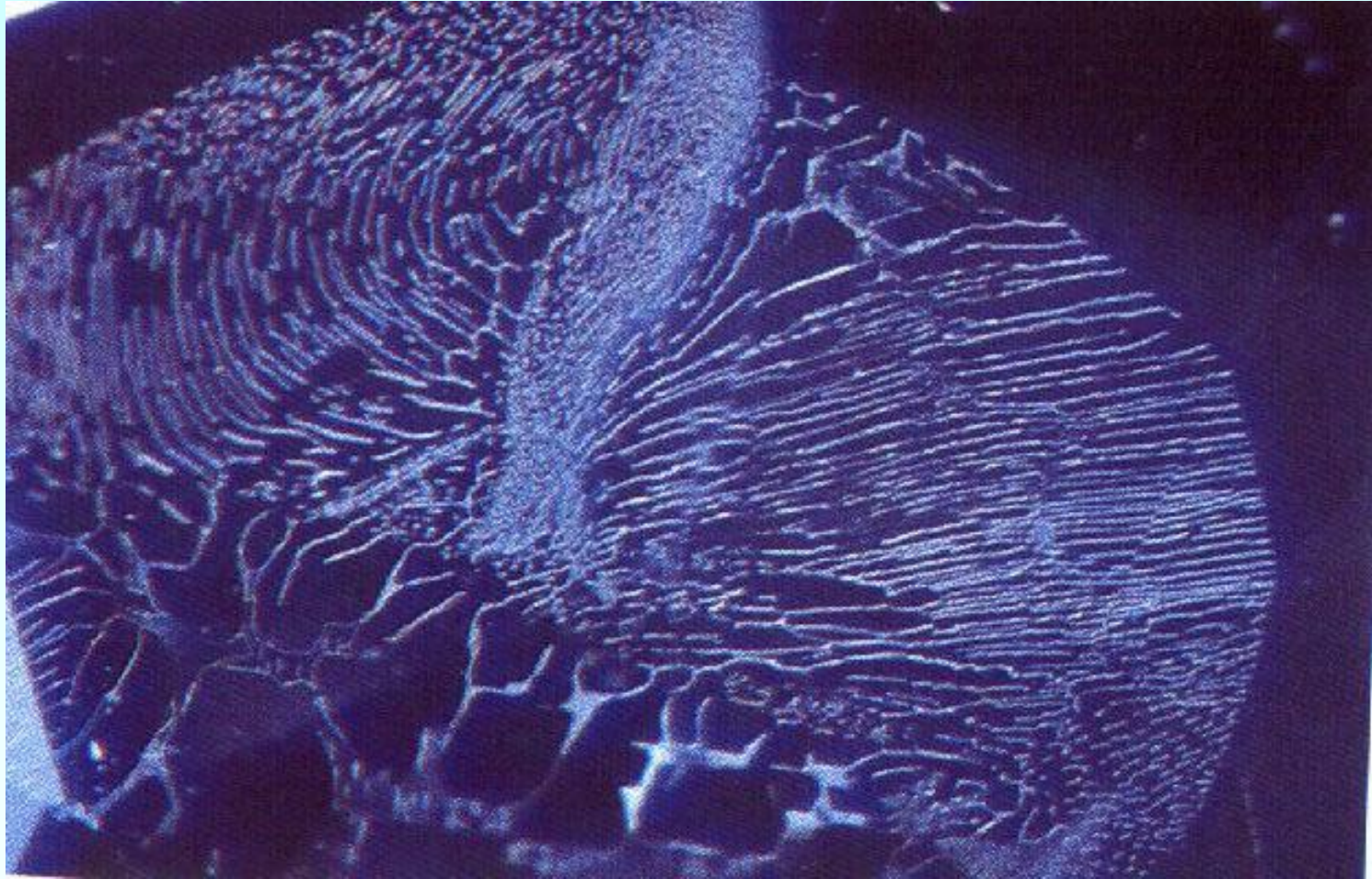
Включение кристалла доломита в сапфире (Мьянма).  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



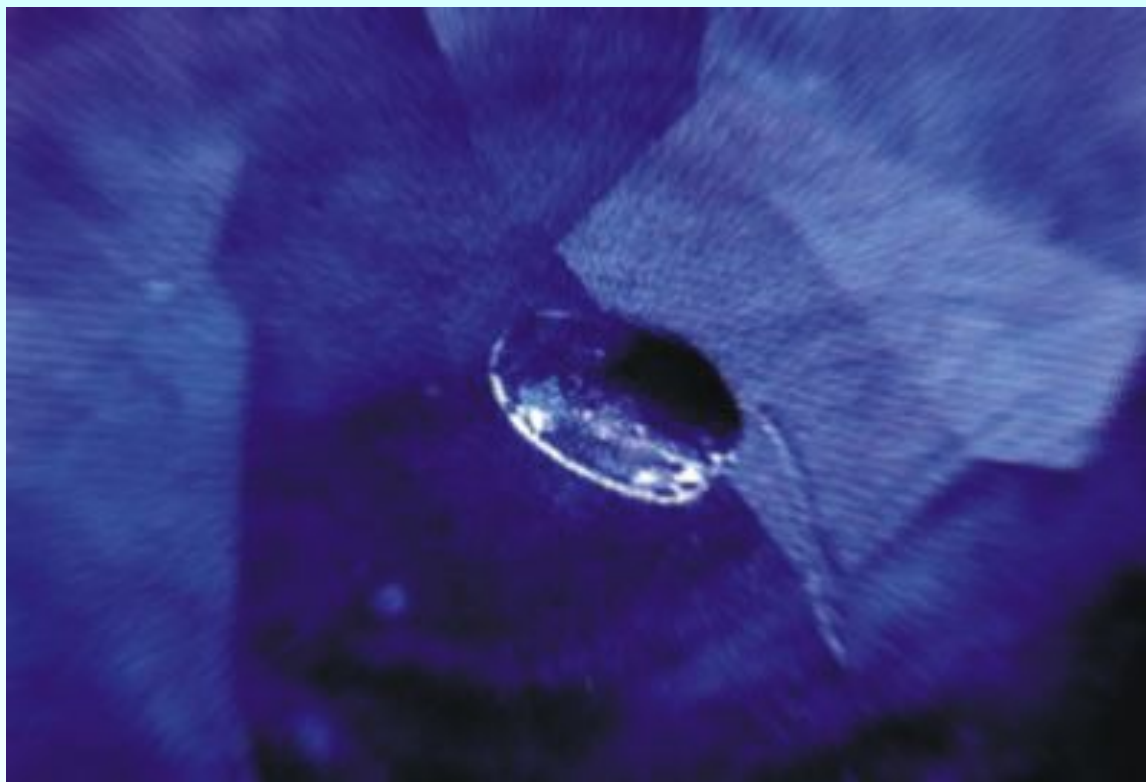
Флюидные включения в виде «перьев». Ширина картинка 0,5 мм.  
(*Gübelin, Koivula, 1996*)



Тонкие рутиловые нити в сапфире.  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*) .



Флюидные включения типа «отпечатков пальцев».  
Ширина картинка 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Включение брукита в сапфире Мьянмы.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Включения кристалликов апатита .  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)





Мусковит в сапфире Мьянмы.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир Камбоджи



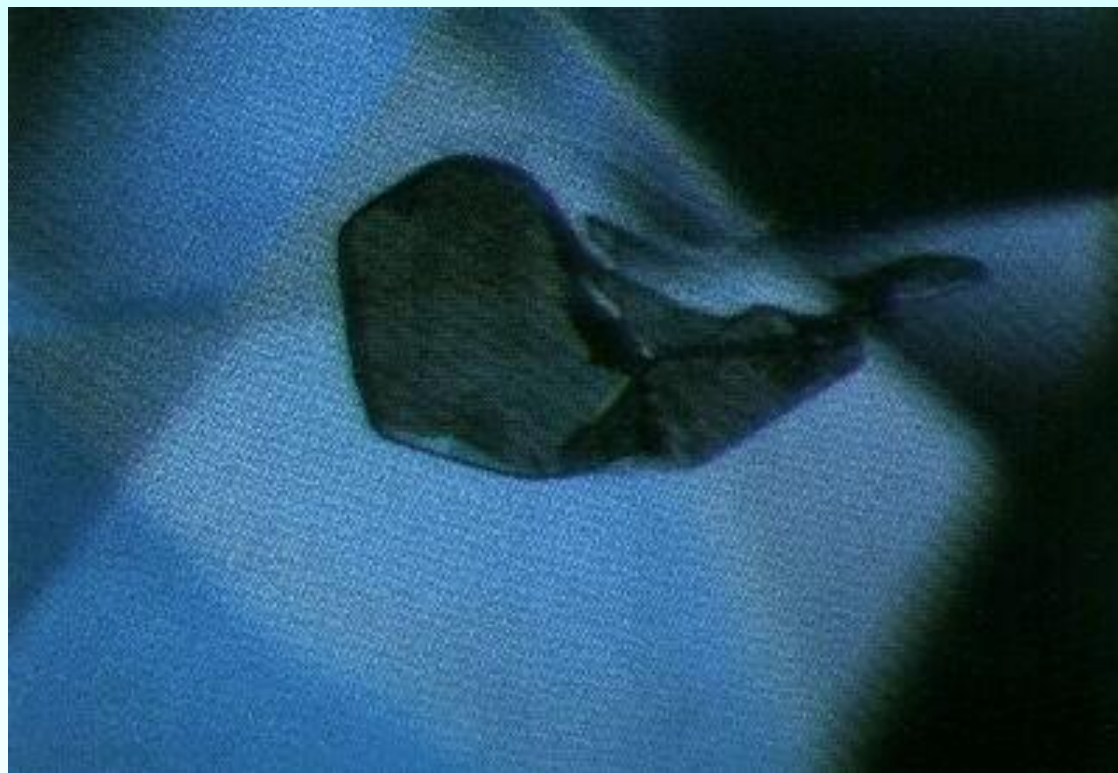
Включение пирохлора в сапфире Камбоджи.  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир месторождения Пайлин (Камбоджа)



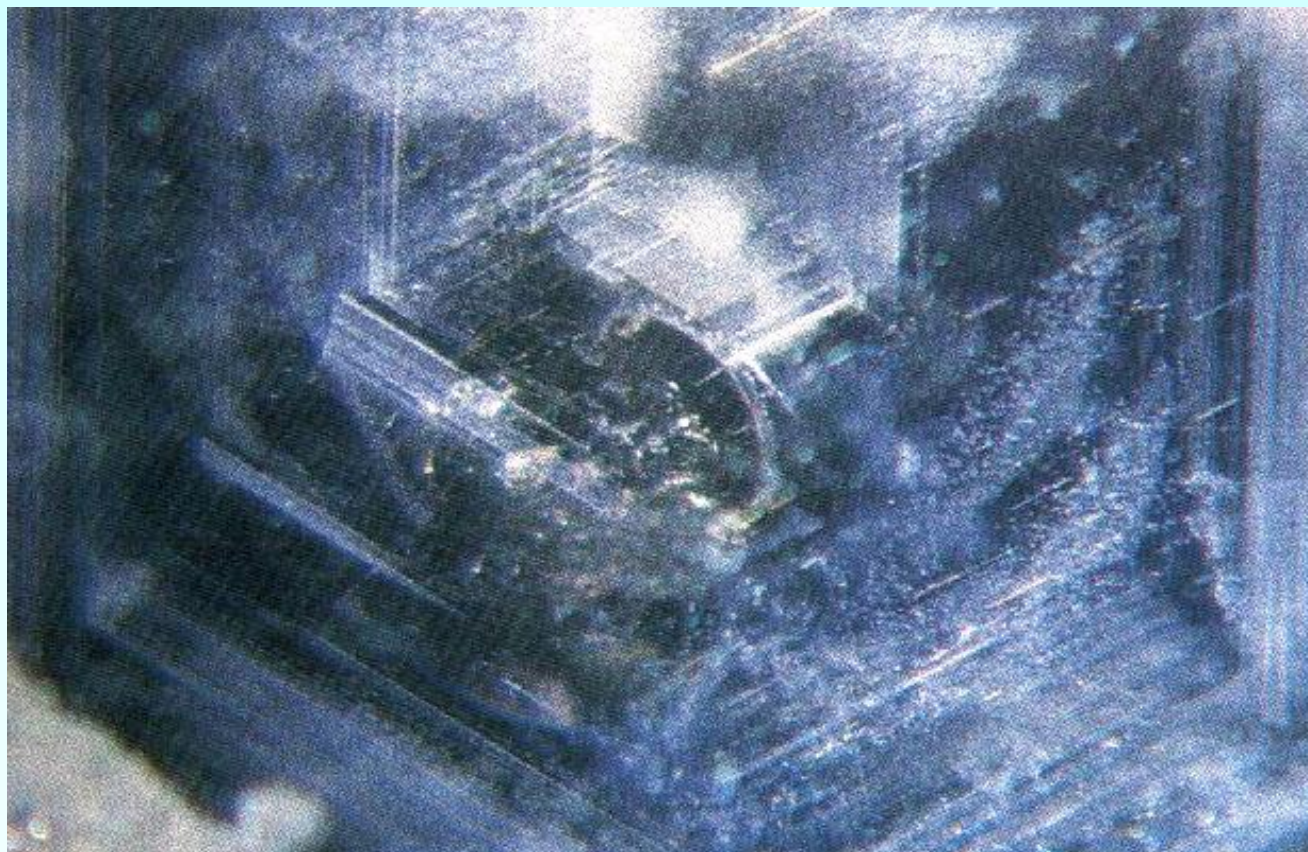
Включение плагиоклаза в сапфире (Pailin) .  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир месторождения Його Галч (США)

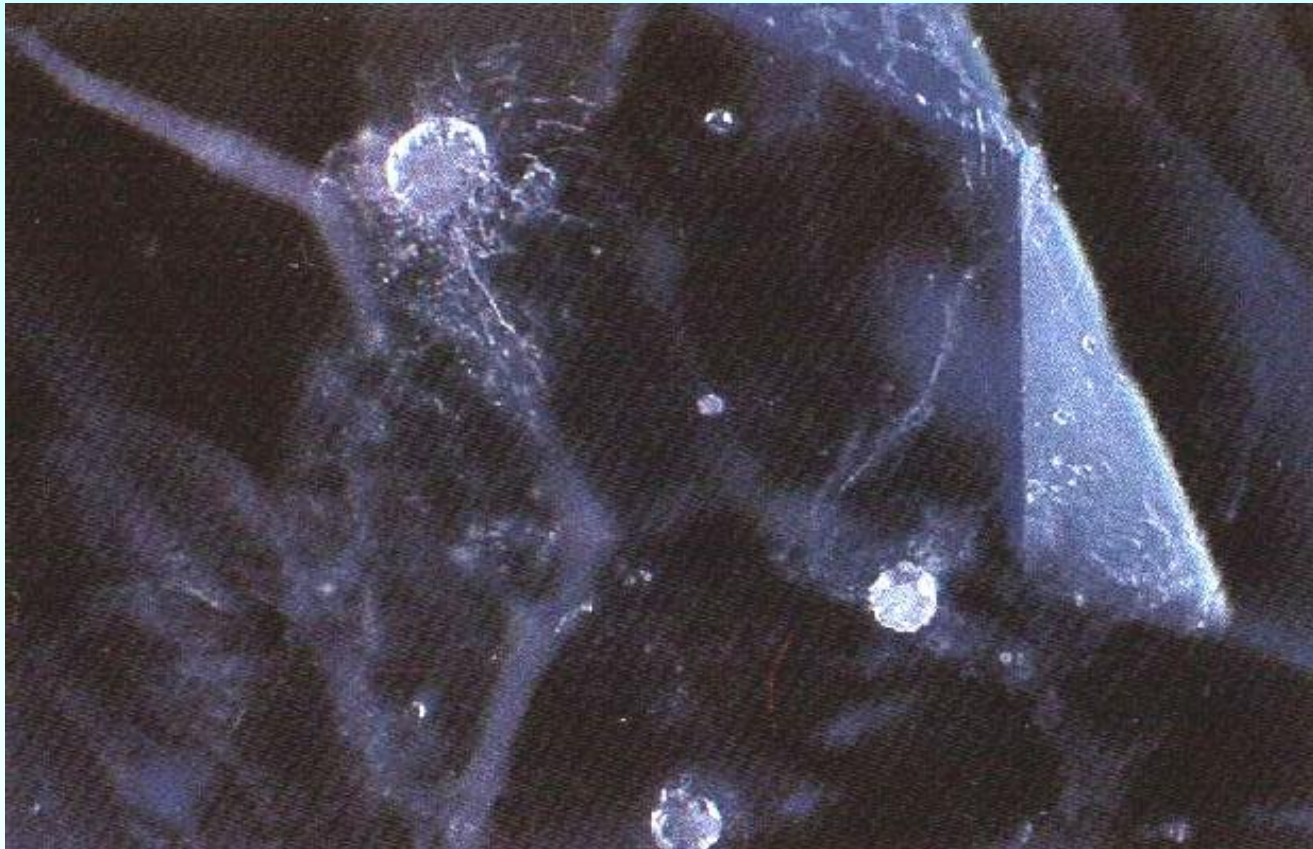


Включение биотита.

Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Включения рутила в сапфире (Його Галч, США).  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Кристаллики анальцима в сапфире (Його Галч, США).  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

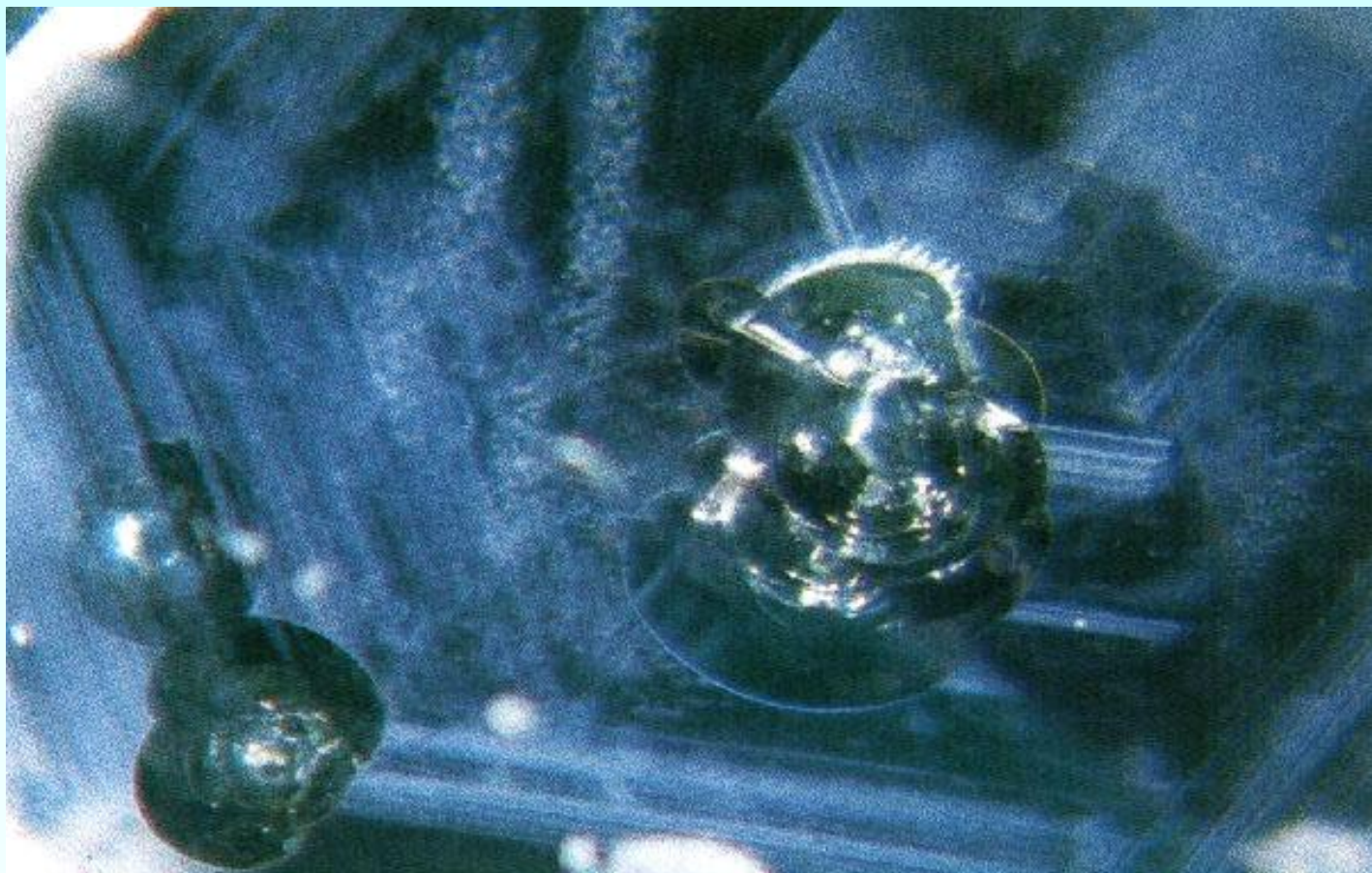


Кубический кристалл анальцима в сапфире. (Його Галч, США).  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Кристалл кальцита, окруженный флюидными включениями, в сапфире. (Його Галч, США). Ширина картинки 0,3 мм.  
(*Gübelin, Koivula, 1996*)





Кристаллики пирита в сапфире (Його Галч, США).  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

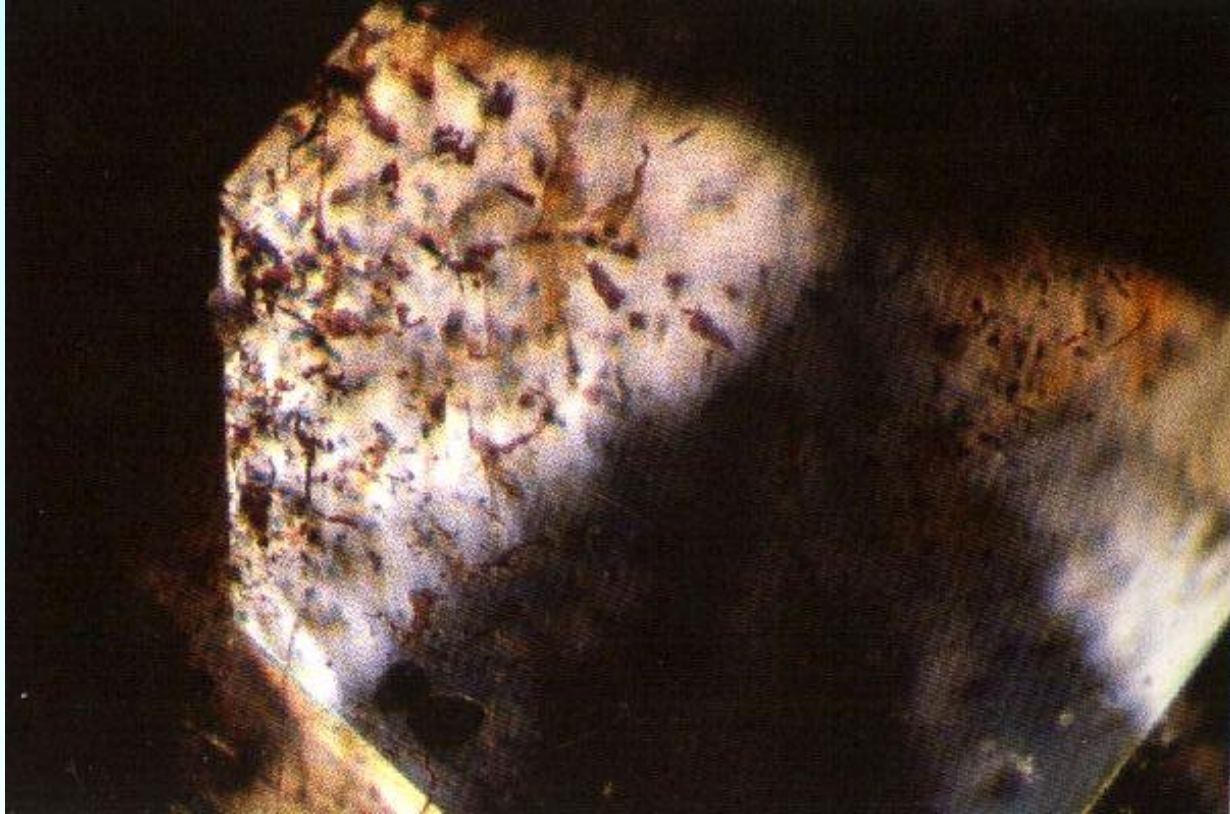


Шарообразные белые кристаллы анальцима и коричневато-оранжевые призматические кристаллы рутила. (USA).  
Ширина картинка 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



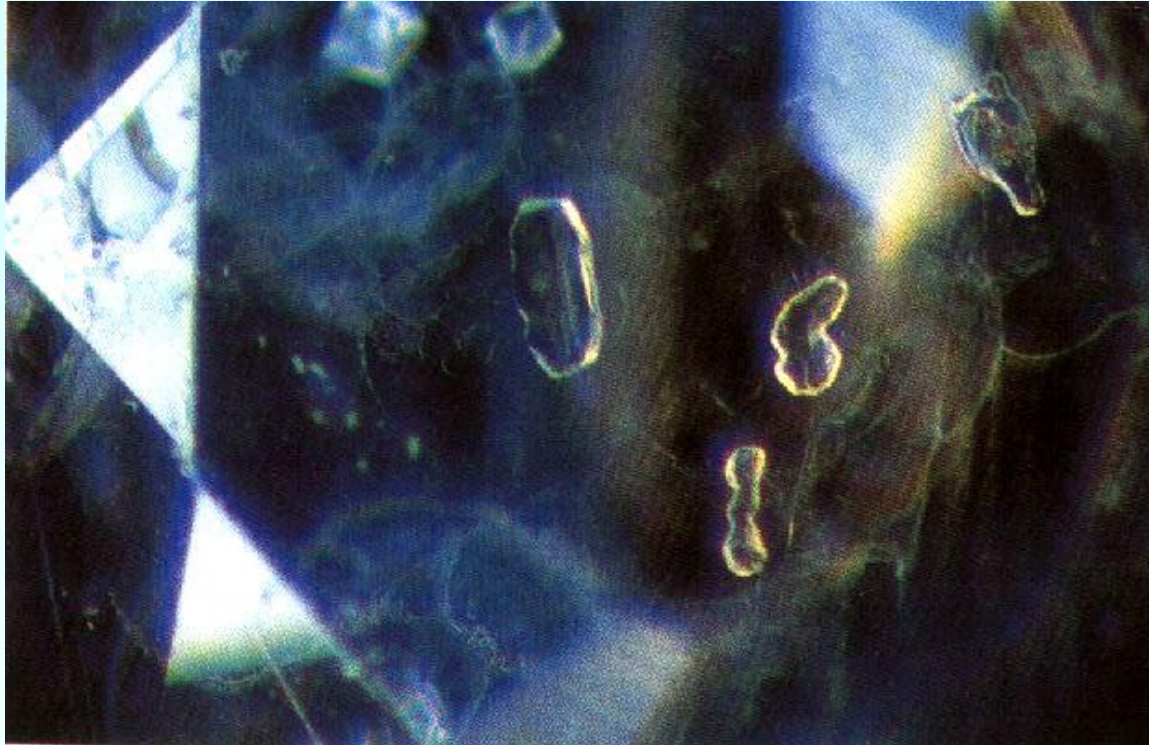
Красно-коричневый с металлическим блеском кристалл рутила в сапфире (Його Галч, США). Ширина картинка 0,15 мм.  
(*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир Австралии

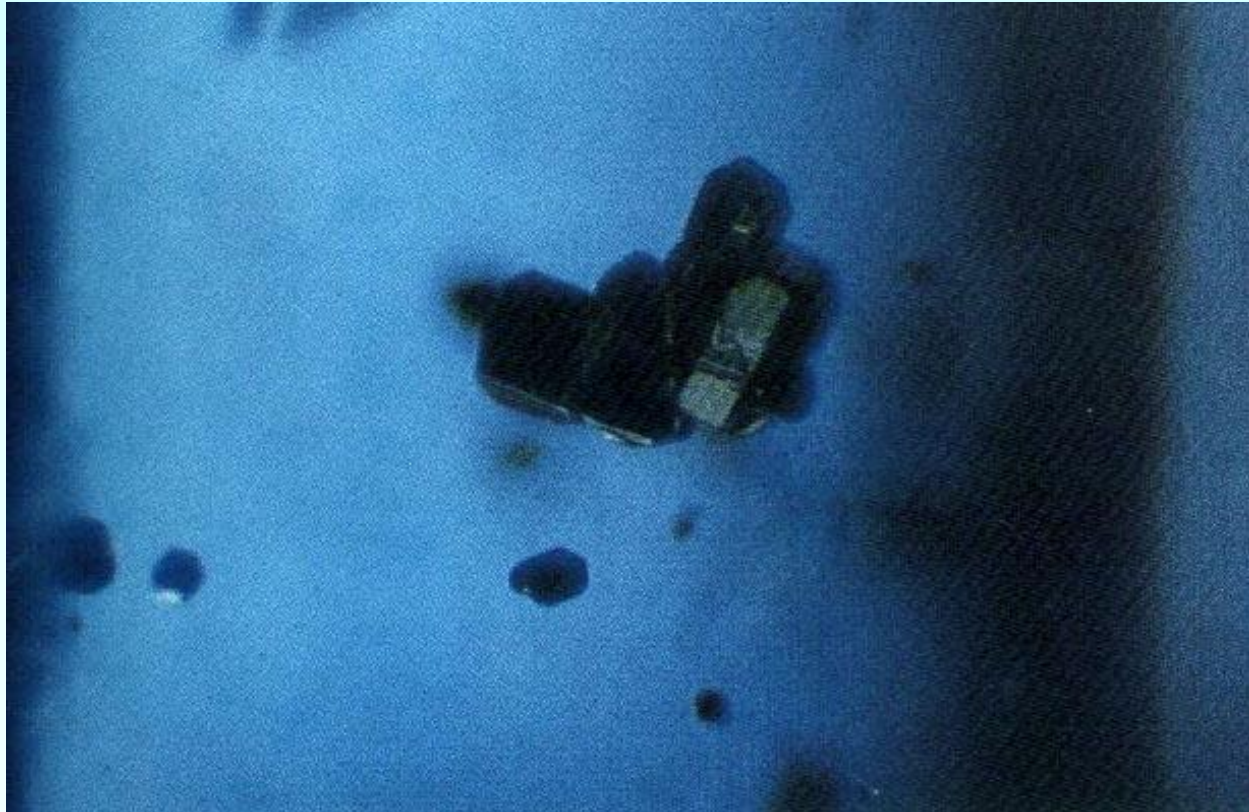


Включения в сапфире (Anakie, Australian), представленные срастаниями иголок ильменита и чешуек гематита, которые являются результатом распада твердого раствора. Ширина картинка 0,5 мм.

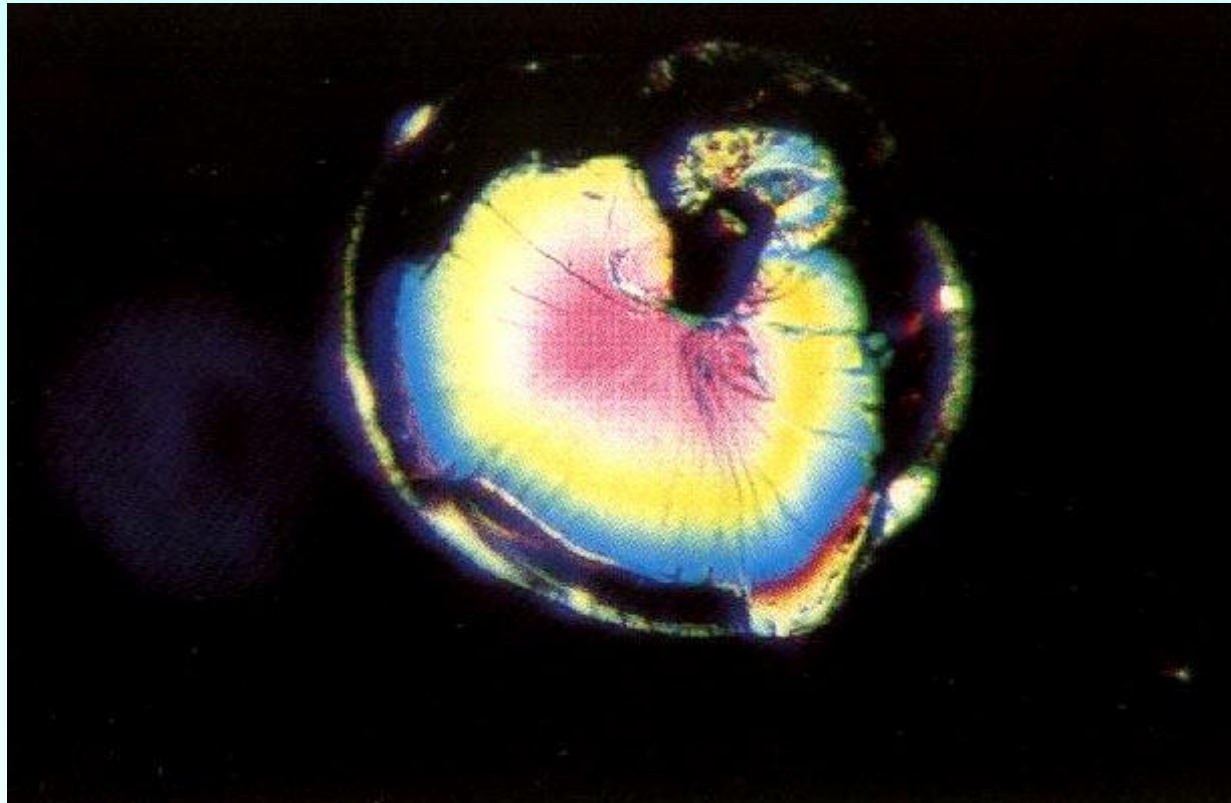
*(Gübelin, Koivula, 1996)*



Включения полевого шпата, окруженные вторичными флюидными включениями типа «отпечатков пальцев» (Australian, Anakie, Queensland). Ширина картинка 0,15 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Мелкие кристаллики колумбита в тайском сапфире.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



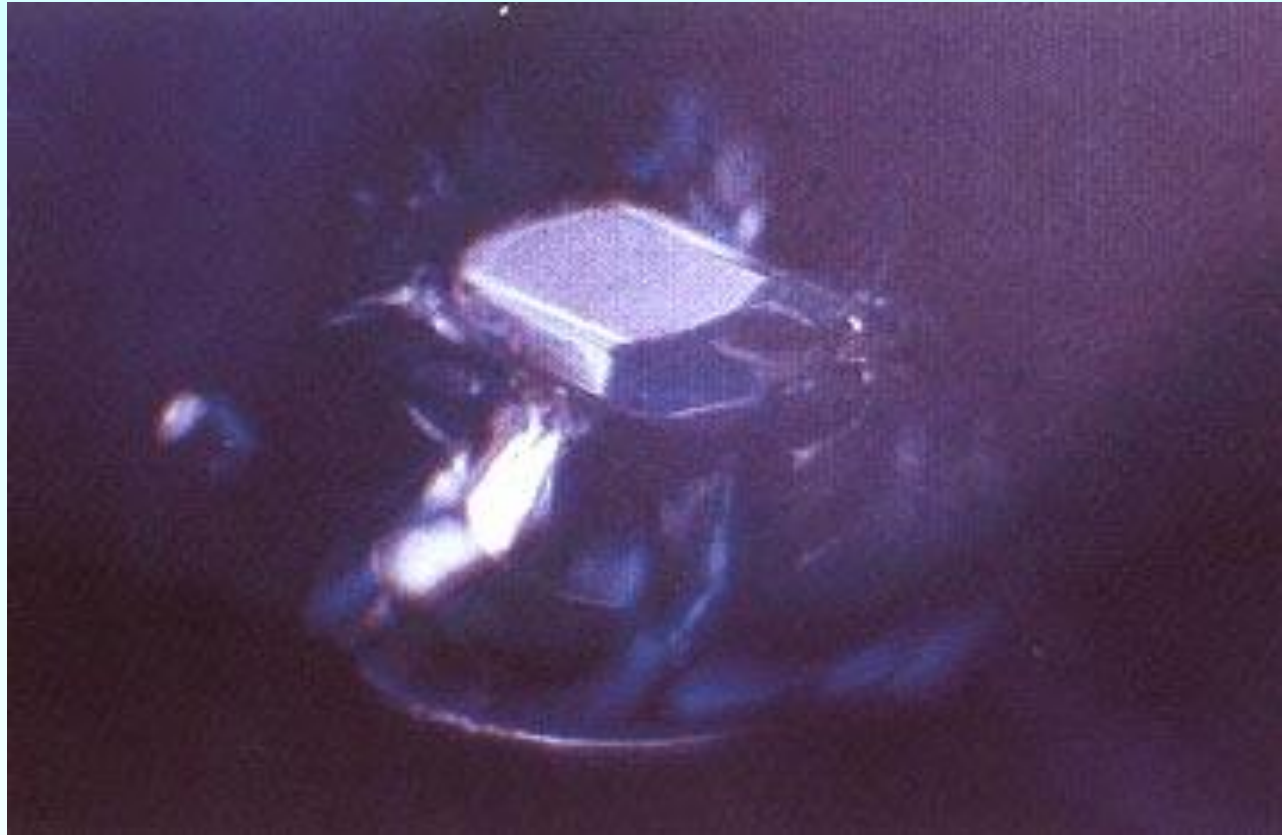
Маленький черный кристалл колумбита в тайском сапфире, приуроченный к концентрической трещине, имеющей яркие интерференционные окраски. Ширина картинки 0,25 мм.

*(Gübelin, Koivula, 1996)*



Кристаллы плагиоклаза, окруженные вторичными флюидными включениями типа «отпечатков пальцев», в сапфире Таиланда.  
Ширина картинка 0,3 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



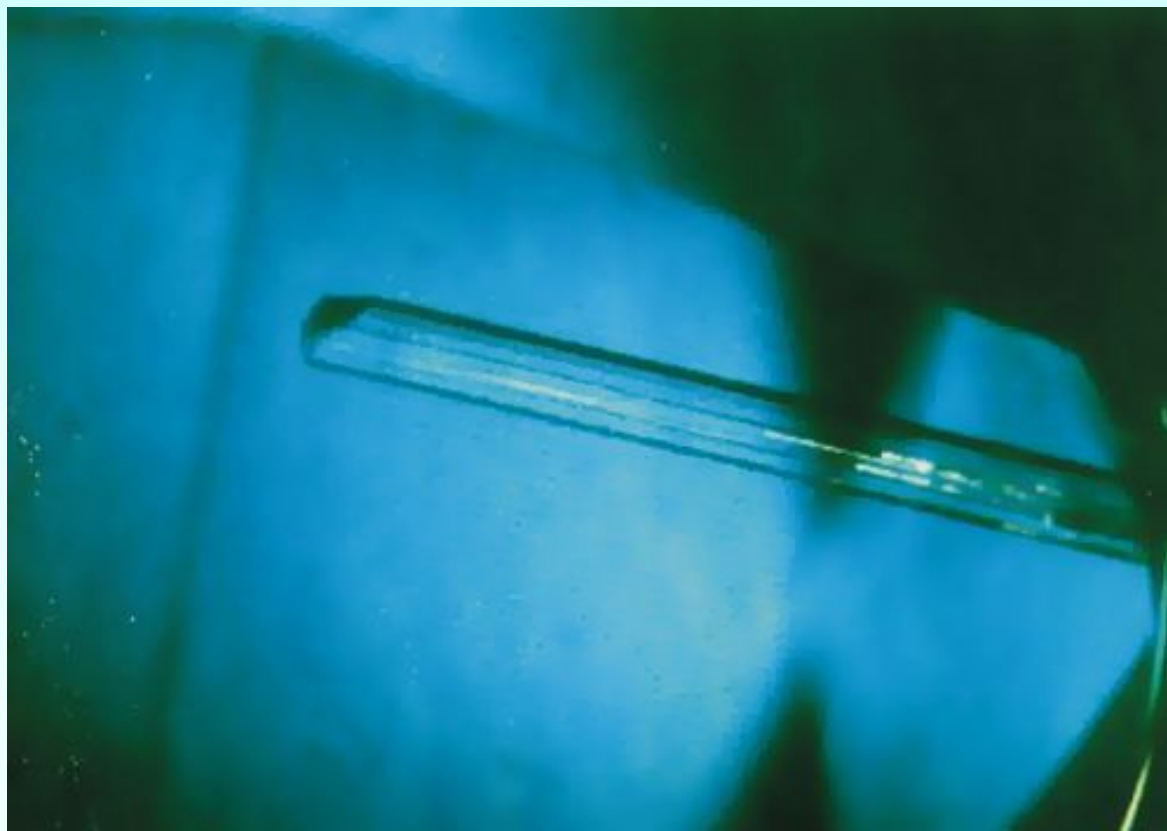


Включение плагиоклаза в сапфире.( Во Ploi, Thailand).  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир Индии



Флюидные включения в сапфире (Кашмир).  
Ширина картинки 0,5 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Кристалл турмалина – эльбаита.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

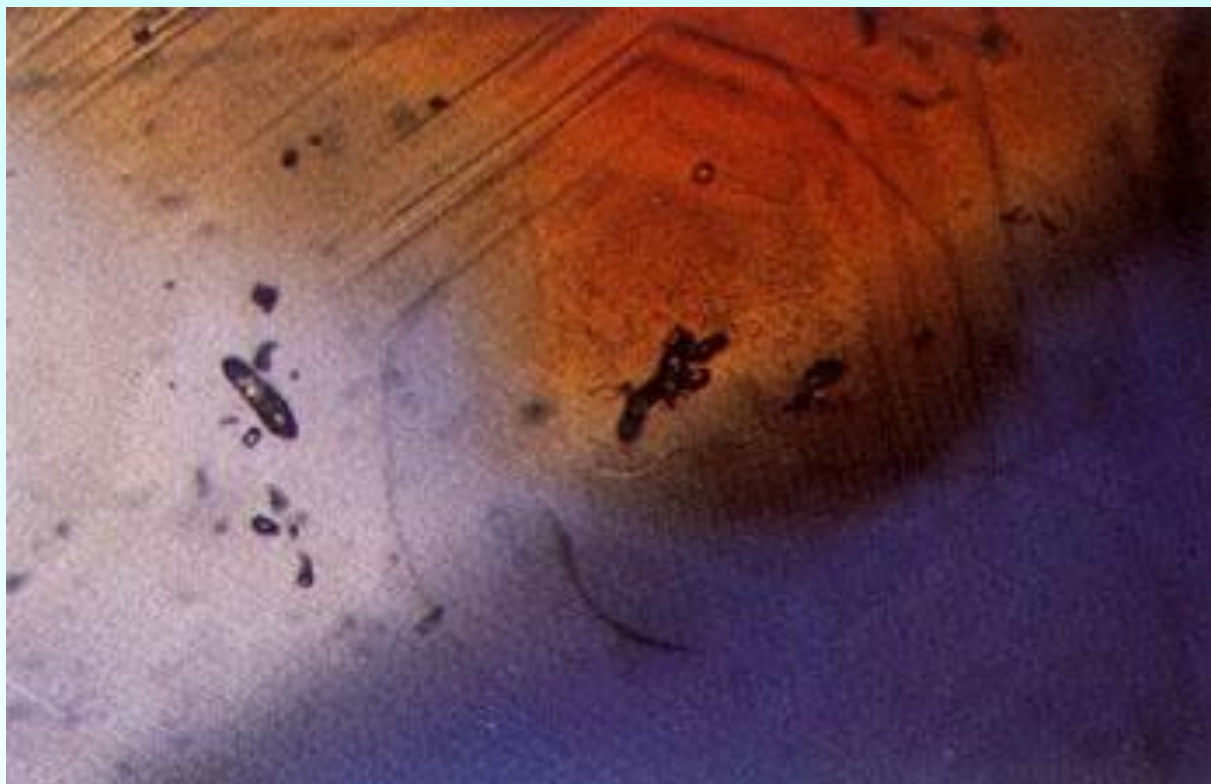


Мелкие корродированные кристаллики циркона в сапфире Кашмира.  
Ширина картинке 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

## Сапфир Колумбии



Призматические кристаллы рутила в сапфире Колумбии. Ширина картинка 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

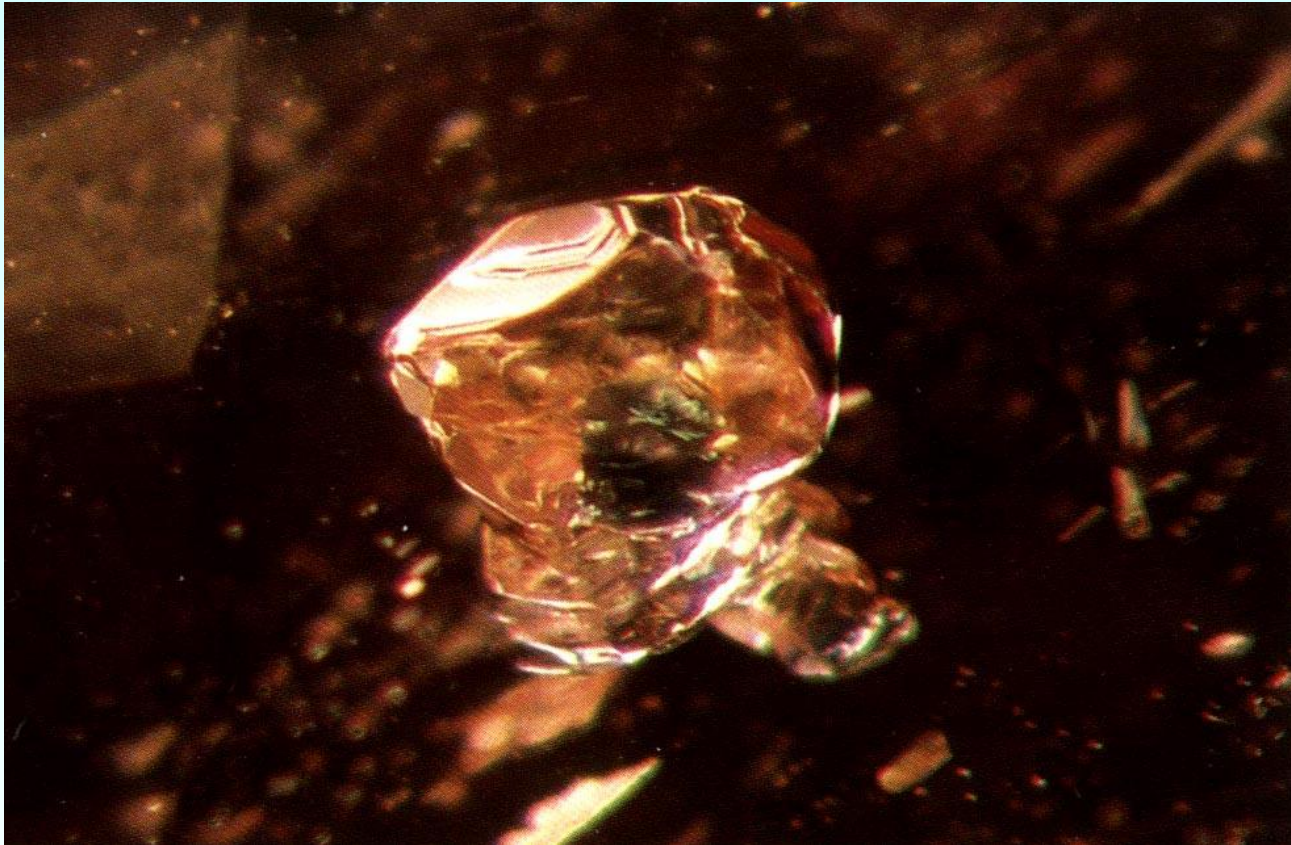


Мелкие кристаллики апатита в сапфире Колумбии.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Кристаллы рутила в сапфире Колумбии.  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

# Сапфир Танзании



Кристалл апатита в сапфире (Umba, Valley, Tanzania).  
Ширина картинки 0,25 мм. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



## Включения в синтетических сапфирах

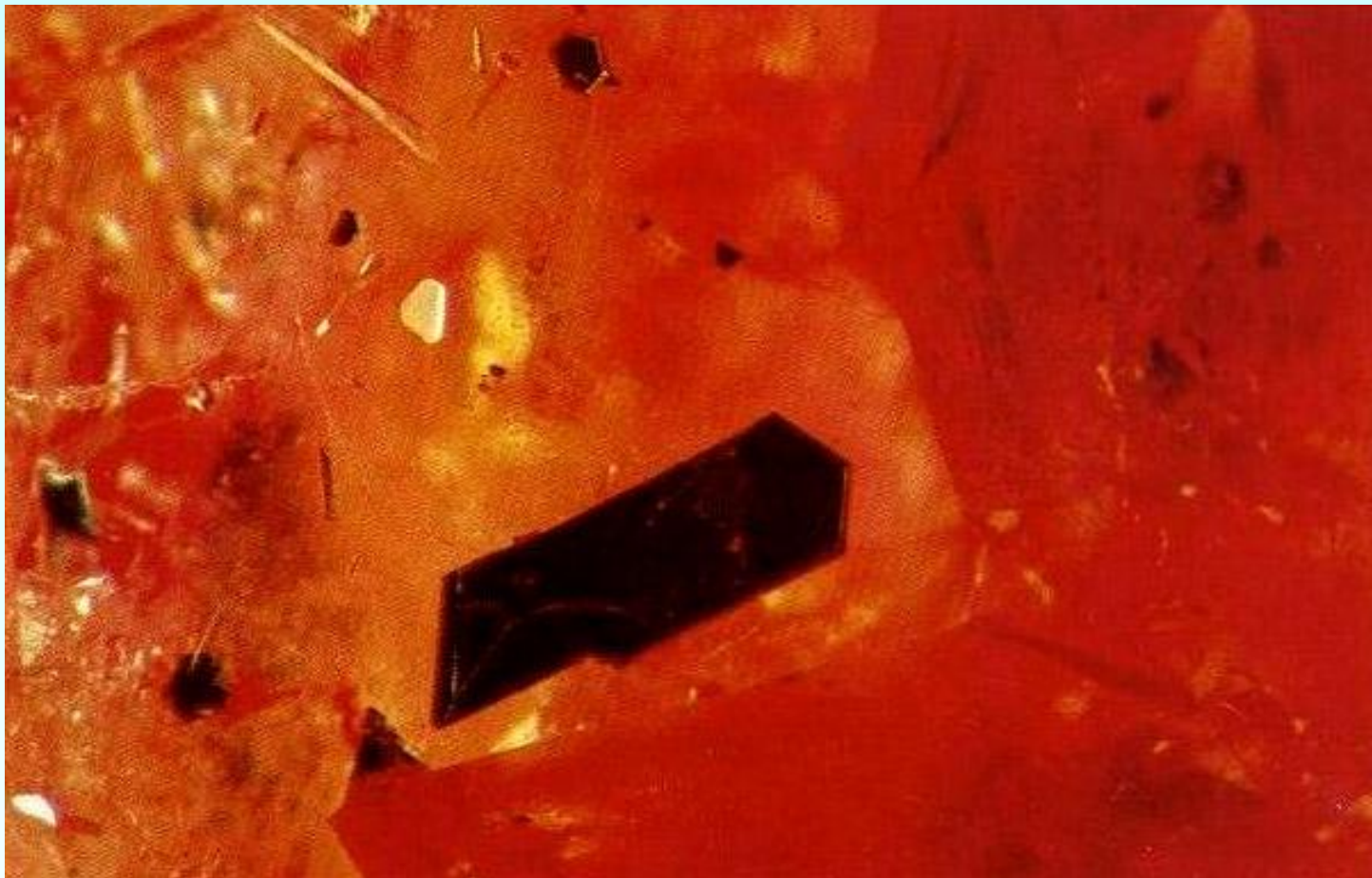


Включение платины в синтетическом сапфире Чатэма.  
35<sup>x</sup>. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

Уве



Включение платины в синтетическом сапфире  
Чатэма. (*Gübelin, Koivula, 1996*)



Пластинка платины в оранжевом сапфире фирмы Чатэма.  
Увел. 20<sup>x</sup>. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

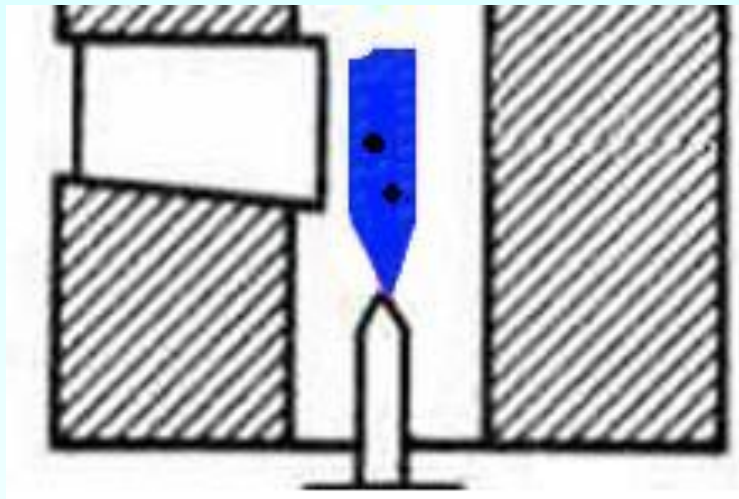


Включения флюса и тонкой пластинки платины. Увел. 50<sup>x</sup>.  
(*Gübelin, Koivula, 1996*)

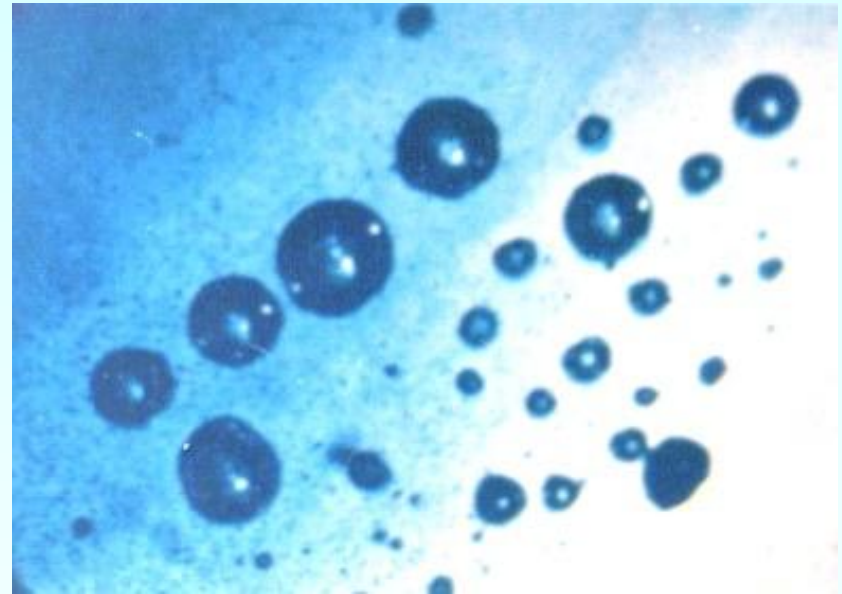


Флюсовые включения в синтетическом сапфире Чатэма.  
Увел. 40х. (*Gübelin, Koivula, 1996*)

# Включения в сапфире , выращенном методом Вернейля.



Сформированная буля



Включения водорода в сапфире.  
Размер газового пузырька 0,05 мм.  
(Garzon, 1989).

# Отличия природного сапфира от синтетических аналогов и имитаций

Наиболее удачной имитацией природного сапфира является его синтетический аналог, а также **синтетическая шпинель**, окрашенная кобальтом. Изредка можно встретить имитации сапфира из стекла, но они, как правило, уступают синтетическим камням. Известны дублеты с гранатовой табличкой, наклеенной на синее стекло. Среди природных синих камней синяя шпинель и **синий турмалин** встречаются относительно редко, однако высококачественные образцы этих минералов могут быть ошибочно приняты за сапфир. Больше похожи на сапфир по цвету такие редкие драгоценные камни, как **кианит, бенитоит и иолит**, но это коллекционные камни и для изготовления ювелирных изделий массового производства используются редко.

Возможной имитацией является прозрачная голубая разновидность **цоизита**, найденная сравнительно недавно (1967 г.) в Танзании. Большие прозрачные кристаллы этого нового и важного драгоценного камня добывали из месторождения в Мерелани-Хилз, в жиле в графитовых сланцах, где он ассоциирует с кальцитом, кварцем и яблочно-зеленым гроссуляром. Кристаллы различного цвета встречаются в пустотах. Наиболее распространенный цвет - коричневый различных оттенков, но попадаются и камни фиолетово-синего цвета. После огранки камни обычно нагревают до сравнительно низкой температуры, в результате чего они приобретают прекрасный синий цвет лучшего сапфира из Шри Ланки.

В середине 70-х годов на мировом рынке появились очень красивые разновидности синих берилла и топаза, очень похожих по цвету на сапфир.

## Отличие *природного сапфира от синтетического* .

Самым надежным средством является *изучение включений* в них. Газовые пузырьки, одиночные или собранные в группы, - характерный признак синтетических материалов, полученных методом Вернейля, и синтетический сапфир обычно содержит такие пузырьки.

Природные камни почти всегда обнаруживают следы медленной кристаллизации из химически сложных жидкостей. Растущий кристалл сапфира мог захватывать материнский раствор, который сохранился в виде включения в кристалле. Включения в природных сапфирах несколько различны для разных месторождений. Так, типичные включения в сапфирах из Шри Ланки состоят из слоев мелких кристаллов или жидких включений, которые отражают свет от одной плоскости, причем эти слои часто слегка изогнуты и похожи на отпечаток пальца. Однако скопления включений имеются во многих синтетических сапфирах, выращенных по методу из раствора в расплаве. Если в природных камнях присутствуют жидкие и газовой-жидкие включения, то в синтетических камнях включения состоят из частиц затвердевшего флюса, в порах которых иногда содержится газ. Изучение в отраженном свете помогает в выяснении природы капель, а также может выявить присутствие блестящих кристаллов платины, которые иногда видны в материале, выращенном методом из раствора в расплава. Другие характерные включения в сапфирах из Шри Ланки представлены кристаллами циркона, имеющими высокий рельеф и часто окруженными гало. Характерен для них и "шелк" - иглы рутила, однако кристаллики, наблюдаемые в сапфирах из Шри-Ланки и Бирмы, могут быть, как крупными так и тонкими, как длинными, так и короткими. Часто наблюдается кристаллографически ориентированное гексагональное расположение этих включений.



Сапфиры (и рубины), происхождение которых связано с базальтами (таиландские, камбоджийские, австралийские и некоторые другие корунды), могут содержать кристаллы пироклора и граната, а кристаллы и двойниковые пластинки плагиоклаза видны в таиландских и камбоджийских (пайлинских) камнях. Таиландские сапфиры напоминают таиландские рубины тем, что часто содержат непрозрачные кристаллы (пироклор), окруженные дискообразными кружевными скоплениями включений. Гексагональные структуры (линии) роста присутствуют во многих сапфирах, но особенно хорошо видны в камнях из Австралии и Монтаны; однако следует помнить, что такие гексагональные структуры уже наблюдаются также и в синтетических аналогах, выращенных Чэтемом и другими производителями. Кашмирские сапфиры обязаны своей привлекательной "молочностью" мельчайшим жидким или выделившимся из расплава включениям, часто образующим скопления в виде неясных полос или "облаков".

## Тепловая обработка

В семидесятые годы стало известно, что сероватые молочные сапфиры, известные в Шри Ланке как "геуда" ("*geuda*"), могут подвергаться тепловой обработке с получением синих сапфиров хорошего качества. Было также обнаружено, что нагреванием можно избавиться от синей окраски в отдельных участках рубина, а также улучшить цвет многих синих сапфиров. Эти изменения окраски являются устойчивыми, и некоторые утверждают, что раз это так, то не обязательно ставить клиента в известность о проведенной обработке. Другие заявляют, что говорить желательно обо всем. Из того, что температуры, используемые при тепловой обработке, могут достигать 1900°C следует, что некоторые включения, такие как альбит, кальцит, пирит и другие при этом расплавляются и теряют кристаллические формы. В результате увеличения объема при нагревании в окружающем включение микрообъеме кристалла-хозяина возникают разрывы и формируется **ореол напряженного состояния вещества**. При наличии более крупных включений, вмещающий их кристалл может разрушиться под действием возникающего напряжения. Флюидные включения, имеющие форму отрицательных кристаллов, растрескиваются, и некоторая часть содержащейся в них жидкости просачивается наружу и может способствовать частичному залечиванию образовавшихся трещин растяжения. Эти и другие особенности могут устанавливаться при тщательном микроскопическом изучении. Переплавленные включения, окруженные ореолами напряженного состояния вещества, являются характерной чертой многих подвергшихся термической обработке рубинов и сапфиров.

## Диффузионная обработка

Существует возможность путем нагревания корунда в порошке окиси алюминия ( $Al_2O_3$ ), содержащем в различных пропорциях красящие агенты (железо и титан для синих сапфиров, хром для рубинов и железо с хромом для оранжевых сапфиров), придать за счет диффузии дополнительную окраску камню, уже имеющему форму или огранку. Нагревание может происходить при температурах около  $1800^{\circ}C$  в течение 24 часов.

Проникновение окраски весьма поверхностное, поэтому в случае переполитровки проявляют большую тщательность, чтобы не удалить окрашенный слой.

В ограненных камнях, подвергшихся диффузионной обработке, часто наблюдаются грани с различными цветовыми оттенками; при идентификации таких камней могут помочь также такие особенности, как концентрирование более интенсивных окрасок вокруг рундиста, наблюдающееся при погружении в иммерсионные жидкости, а также проникновение окраски вдоль трещин.

## Синий берилл

*Синий берилл* - густо-синий до индигово-синего. Его окраска обусловлена примесью ионов  $\text{NO}_3^-$ . Открыт в 1972 г. в Бразилии в рудник Машише и назван берилл-машише. Однако это португальское название при переводе трансформировалось в берилл-максикс и аквамарин-максикс.

Характерной особенностью синего берилла является крайне неустойчивая на свету окраска, возможно связанная с примесью бора. Подобный ему по нестабильности окраски аквамарин-хольбанита найден в 1988 г. на месторождении Хабахталь, Австрия, однако его цвет связан с примесью ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ , поэтому у него своё название - берилл типа максис-аквамарин - голубой или зеленовато-голубой прозрачный берилл, цвет которого можно сравнить с цветом воды тропического моря (от лат. аква - вода и mare - море);

8) *чёрный берилл* - редкая разновидность ювелирного качества, известная в месторождениях Мозамбика и Мадагаскара.

Распространены также молочно-белые и реже - бесцветные, водяно-прозрачные бериллы.