



Э.М. Спиридонов

КОРУНД

РУБИН

САПФИР

На Востоке рубин издревле был наиболее драгоценным камнем. Его называли «царь самоцветов», «вождь самоцветов». В Индии рубины вместе с алмазами и жемчугом считали величайшими камнями Мира.

Рубины были одними из самых почитаемых магических камней, мощными концентраторами сильного начала Ян. Считалось, что рубины врачуют сердце и улучшают память.

Зодиакальным знаком рубина является Лев.

Александр Куприн о сапфирах:

«Одни из них похожи цветом на васильки в пшенице, другие на осеннее небо, иные на море в ясную погоду»

Сапфиры глубокого синего цвета издревле были «королевскими камнями». Считалось, что сапфиры успокаивают человеческие страсти, и, даже способны влиять на течение времени. Особо сильными полагали звёздчатые сапфиры. Полагали, что сапфир может даже пробудить жажду познаний.

В Индии верили, что сапфиры источают прану - энергию жизни.

По отцу Павлу Флоренскому «в сапфире можно видеть символ души, устремляющейся в вечность».

Магматические образования

Щелочные базальты. Корунд

Щелочные базальтоиды в диатремах, жерловинах и дайках, как и их туфы, содержат вкрапленники и мегакристы самоцветных санидина, анортоклаза, оливина-перидота, гаюина, сапфира и рубина, пироба, шпинели, лабрадора.

Сапфир $(Al, Fe^{3+})_2O_3$ разнообразных окрасок – густо синий, васильковый, зелёный, жёлтый, розовый, коричневый, молочно-белый... - характерный минерал-вкрапленник щелочных базальтоидов и лампрофиров. Размер кристаллов до 4 см.

Наиболее ценен голубой сапфир, который последние годы занимает 1 место среди наиболее популярных самоцветов, опережая рубин и изумруд. Основной хромофор Fe^{3+} , величина Fe_2O_3/TiO_2 составляет 10-500. Вулканогенные сапфиры богаты галлием - до 400 г/т Ga_2O_3 , величина $Cr_2O_3/Ga_2O_3 < 1$, обычно около 0.1.

Окраска голубых сапфиров обусловлена переносом зарядов $Fe^{2+} \leftrightarrow Ti^{4+}$ (линии поглощения между 550-750 nm) и переносом зарядов $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$ (с линией поглощения около инфракрасной области).

Крупные месторождения находятся в Восточной Австралии (New England Range - сапфир, Anakie - Rubyvale - лучшие в мире зелёные и золотисто-жёлтые сапфиры); в Камбодже (Pailin - классический густо-синий сапфир; Vokeo, Xuan Loc, Cardamones, Solovens, Kassens - сапфир);

Щелочные базальты. Корунд

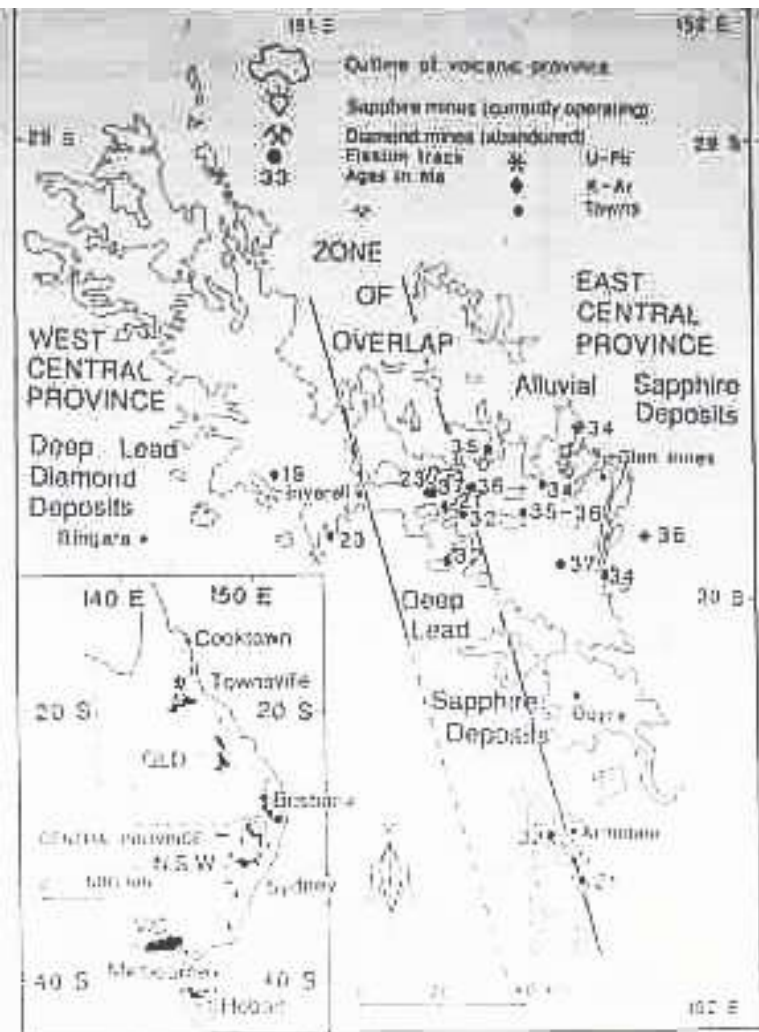
Таиланде (Chanthabari-Trat - рубин и сапфир); в Южном Вьетнаме (Haut Chalong, Pleiku, Darlac, Djiring - рубин и сапфир), Южном Китае (Kouang Tcheoci Wan - провинция Fujian), Колумбии (Rio Mayo), Нигерии, США (Montana - Granite, Judith)...

Сингенетичные и протогенетичные включения в сапфире - плагиоклаз, санидин, анортоклаз, твёрдые растворы магнетит - герцинит, циркон, Zn герцинит, твёрдые растворы ильменит - гематит, торит, альмандин, флогопит - Fe биотит, керсутит, апатит, монацит, Fe и Fe-Ni моносльфидный твёрдый раствор Mss , густо синяя Со-шпинель, уранпирохлор, ферроколумбит, ильменорутил, стекло жадеитового состава...(Coenraads, 1992 и др.). В чёрных сапфирах масса мельчайших включений – ламеллей распада герцинита и/или ферриильменита.

По данным изучения расплавных включений сапфир кристаллизовался, в условиях амфибол-содержащей мантии при 880-720⁰ С и 11-7 кбар (Sutherland et al., 1998); оценки по газовым (CO₂, CH₄, N₂) включениям - около 1100⁰ С и 8.2-7.5 кб (Malikova, 1999).

Нередко вкрапленники сапфира (и рубина) в щелочных базальтах заметно корродированы и окружены реакционной каймой шпинели.

Щелочные базальты. Корунд



Восточная Австралия.

Поля третичных щелочных базальтов с вкрапленниками сапфиров и россыпи около них

Щелочные базальты. Корунд



Восточная Австралия. Сапфиры



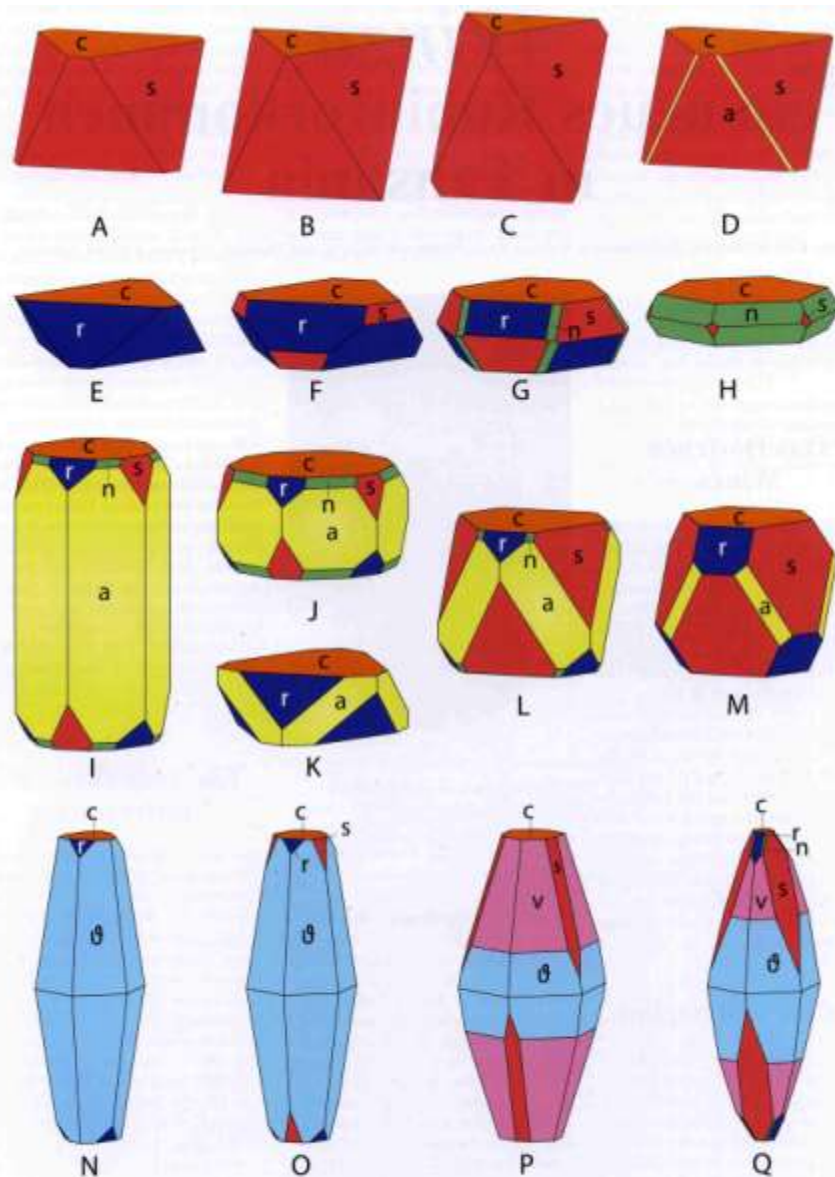
25 мм

Пайлин-сапфиры. Таиланд

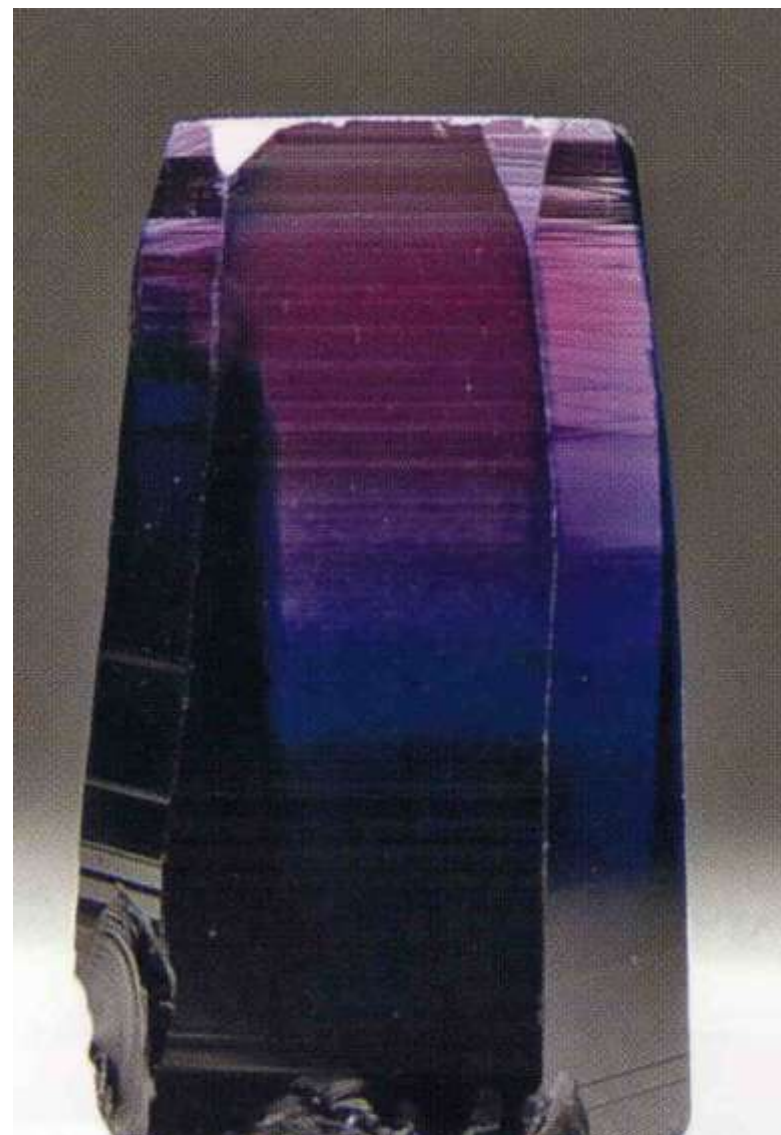


Вкрапленник сапфира в лампрофирах. Ю. Китай

Щелочные базальты. Корунд



Eine Variation des Habitus und der Flächenreichtum wie bei den Rubinen und Saphiren aus Winza wurde bisher nur selten bei anderen Korundvorkommen beobachtet. Die Kristalle zeigen die Basis c, das negative Rhomboeder s, das positive Rhomboeder r, das hexagonale Prisma a, sowie drei unterschiedlich stehende Dipyramiden n, v und θ . Kristalle A bis D rhomboedrisch (pseudo-oktaedrisch) mit negativem Rhomboeder s, Kristall E rhomboedrisch mit positivem Rhomboeder r, Kristalle F und G rhomboedrisch mit positivem Rhomboeder r und negativem Rhomboeder s, Kristall H tafelig, Kristall I langprismatisch, Kristall J kurzprismatisch, Kristalle K bis M rhomboedrisch-prismatisch, Kristalle N bis Q dipyramidal, zur Indizierung der Kristallflächen siehe die Tabelle rechts. Kristallzeichnungen K. Schmetzer.



Рубин - сапфир
13x7 мм.
Winza, Танзания

Щелочные базальты. Корунд

Рубин 35x30x17 мм.
Вактарури,
Кашмир, Пакистан



Рубин 0.25 карата. Сев.
Каролина, США

Щелочные базальты. Корунд

$\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3$



В метаморфитах

В щелочных базальтах

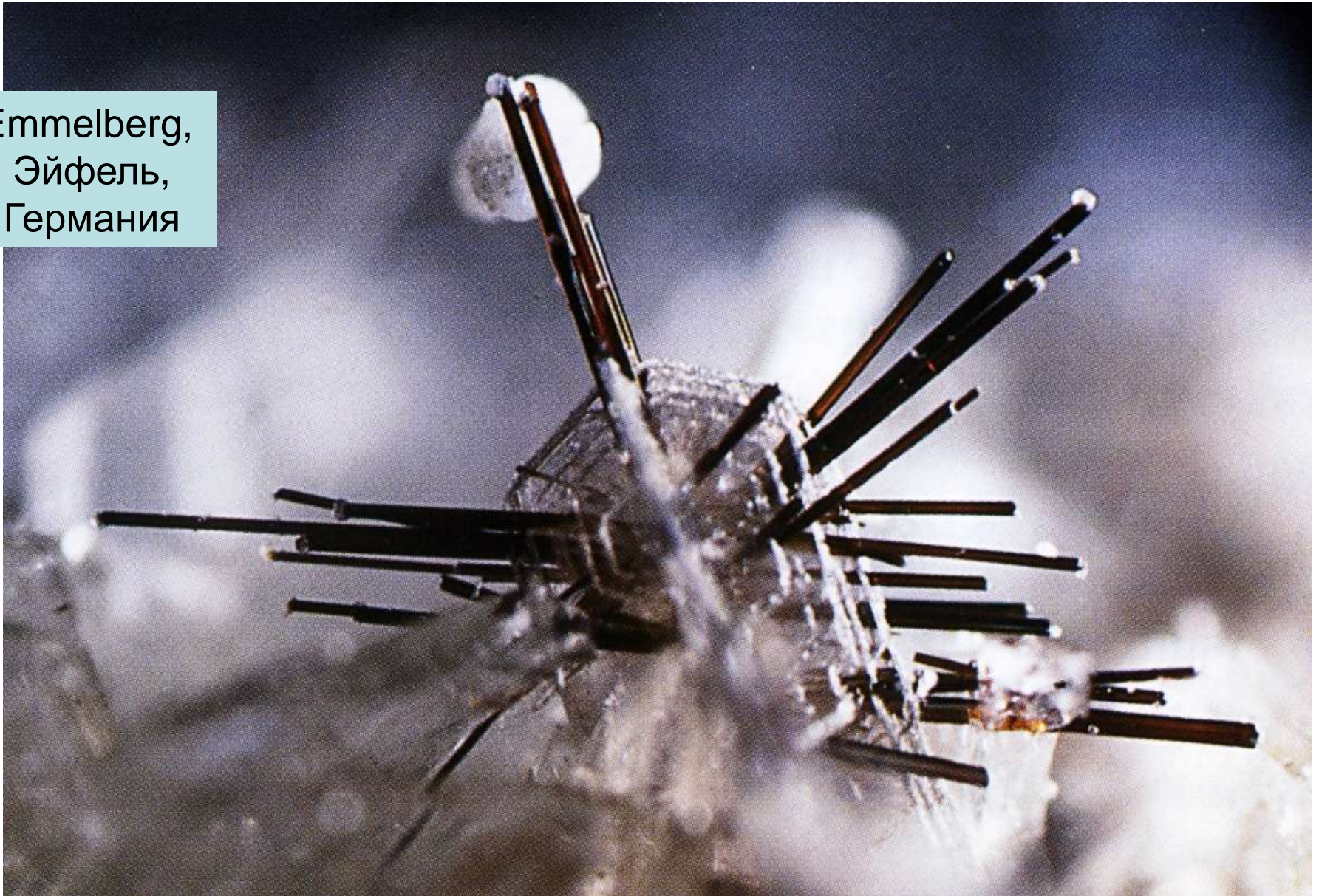
$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$

Геохимические отличия корундов магматогенных (вкрапленники в щелочных базальтах) и метаморфогенных

Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд – пластины на иглах рутила. 5 мм

Emmelberg,
Эйфель,
Германия



Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд



4 мм. Emmelberg,
Эйфель, Германия

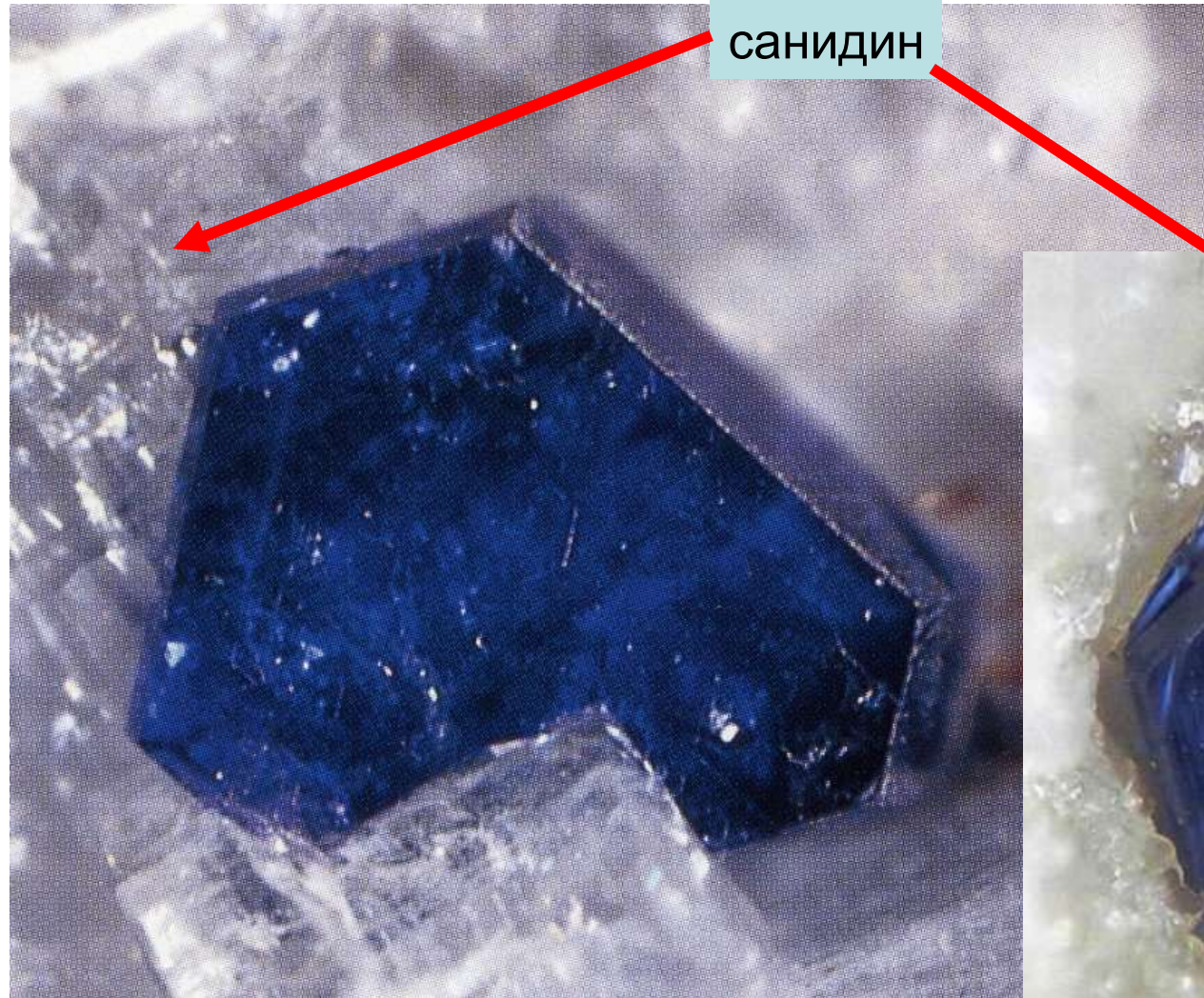
Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд - сапфир

санидин

2 мм

3 мм. Bellerberg,
Эйфель, Германия



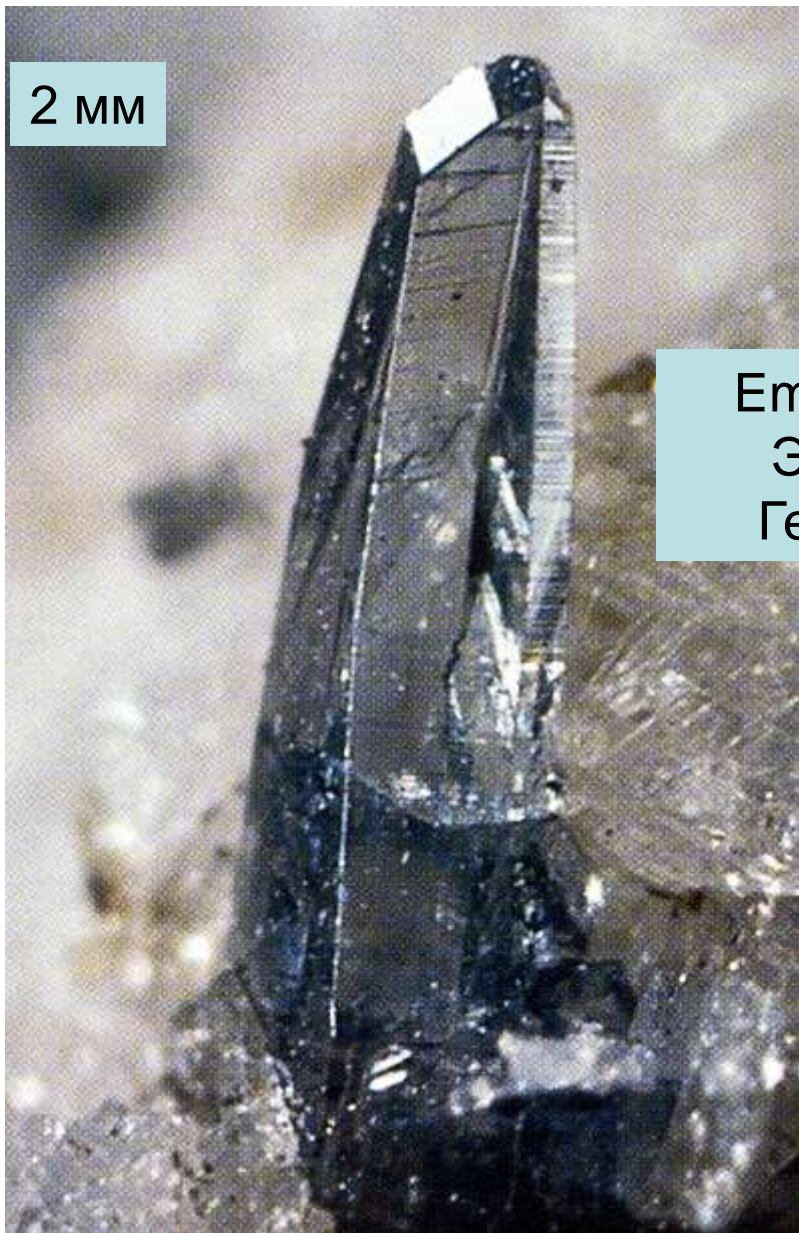
Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд - сапфир

4 мм



2 мм



Emmelberg,
Эйфель,
Германия

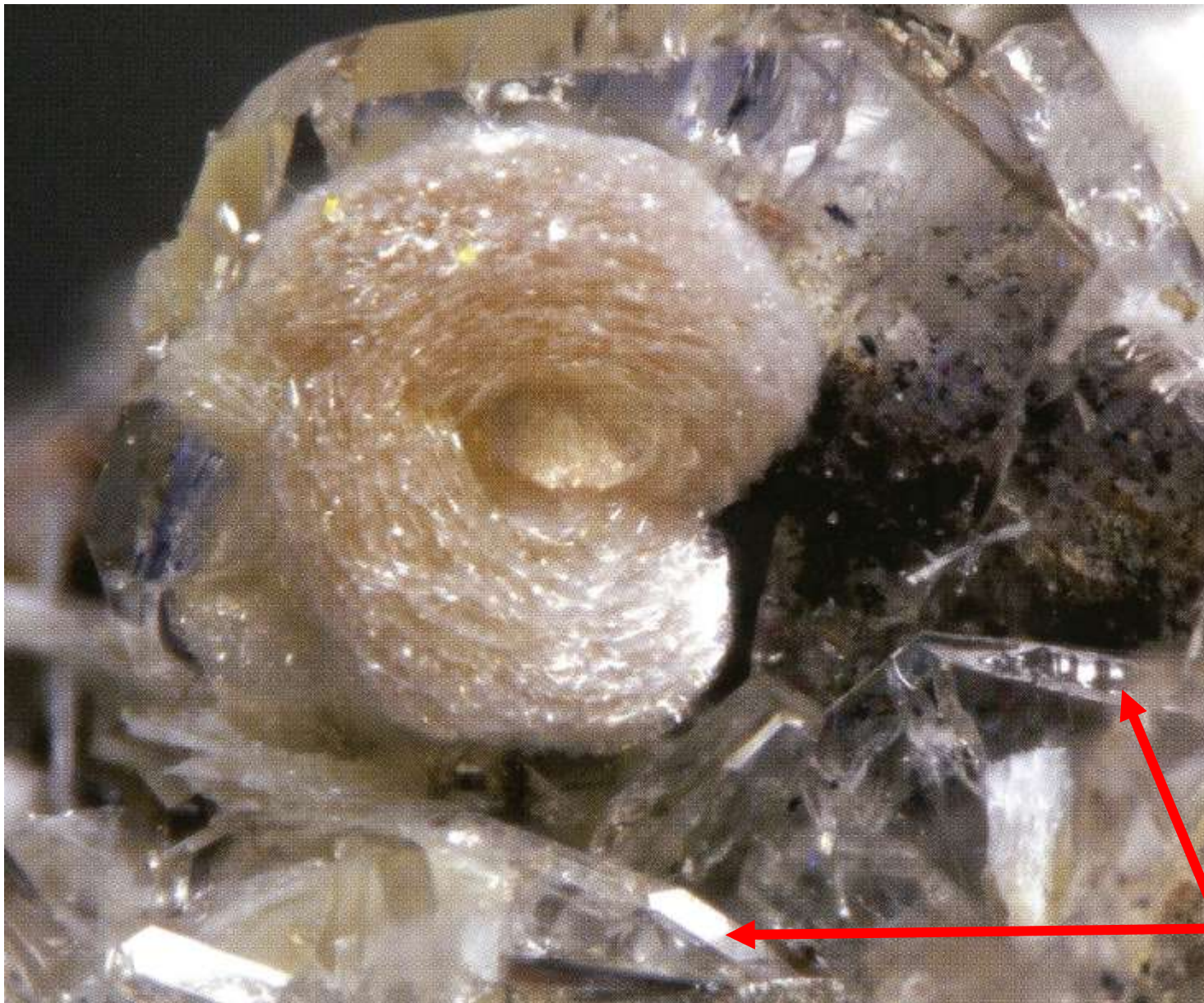
Эпитаксия гематита на корунде



2 мм

Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд



Корунд –
два
зарождения,
второе –
розетка 1.5 мм.
Emmelberg,
Эйфель,
Германия

силлиманит

Инкрустации в продюшинах щелочных базальтов

Корунд – сапфир. Bellerberg, Эйфель, Германия



санидин

Пластины сапфира на чёрной шпинели. На сапфире и на шпинели - спессартин

иглы силлиманита



2 мм

Сиенитовые пегматиты плюмазитовые. Ильмены

90x90 мм

Корунд

Минералы Урала

◀ Корунд,
синий таблитчатый кристалл
в полево шпате. 90 × 90 мм.
Ильменские горы, Южный Урал

80x65 мм

70x60 мм

51x35 мм

В пегматитах Mica Siding, Трансвааль, Южная Африка развиты кристаллы корунда до 650x400x400 мм и весом до 152 кг (Rickwood P.C., 1981. Amer. Mineral. Vol. 66. P. 885-907)

Сиенитовые пегматиты плюмазитовые. Ильмены

Корунд



114x81 мм

Копь № 297

Сиенитовые пегматиты плюмазитовые. Ильмены

Корунд

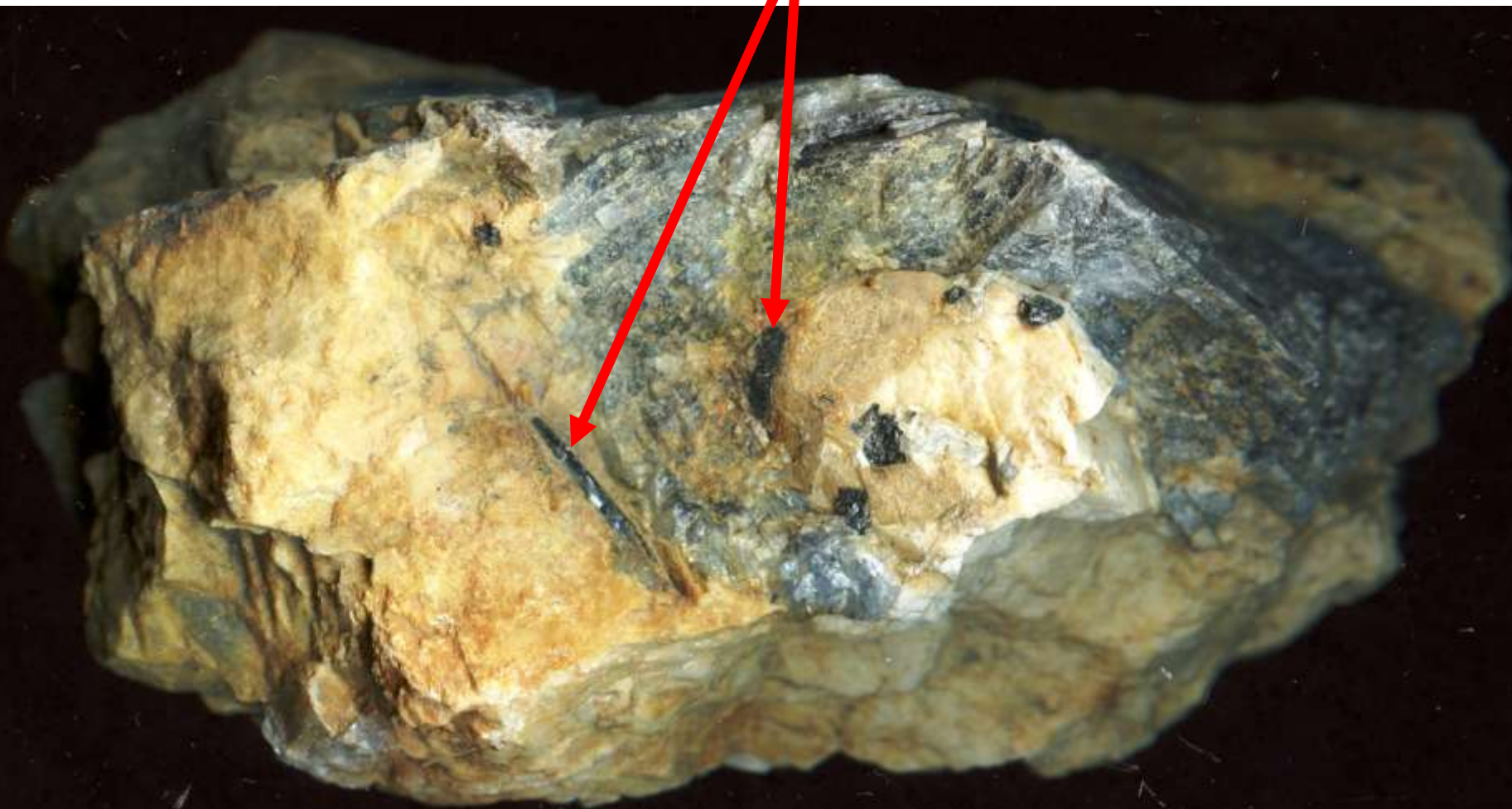


100 мм

Копь № 298

Сиенитовые пегматиты плюмазитовые. Ильмены

Корунд и эшинит



111x57 мм

Копь № 297

Сиенитовые пегматиты плюмазитовые

Сапфир. Сиенитовые пегматиты Цейлона и Кашмира богаты сапфиром синего, васильково-синего, черно-синего... цвета.

Часто это замечательные звёздчатые сапфиры со структурами распада рутила (Gübelin & Koivula, 1986 и др.).

В тёмноокрашенных сапфирах обильны пластинчатые ламелли распада гематита и изометричные тельца распада магнетита (Hughes, 1997).

Высокоглинозёмистые фениты

Особая редкая фацция фенитов, возникшая при наложении фенитизации на породы, крайне богатые алюминием в виде корунда, топаза... (породы типа высокотемпературных вторичных кварцитов).

Такова ситуация во внутренней части крупного многофазного Хибинского щелочного интрузива, где между кольцевыми телами нефелиновых сиенитов зажаты скиалиты (не перемещённые ксенолиты) вмещающих толщ, включая разнообразные метаморфиты архея – раннего протерозоя, углеродистые породы среднего – позднего протерозоя, вулканиты палеозоя и сопряжённые с ними метасоматиты формации вторичных кварцитов, местами богатые пиритом, рутилом, корундом, гидроксилфтортопазом.

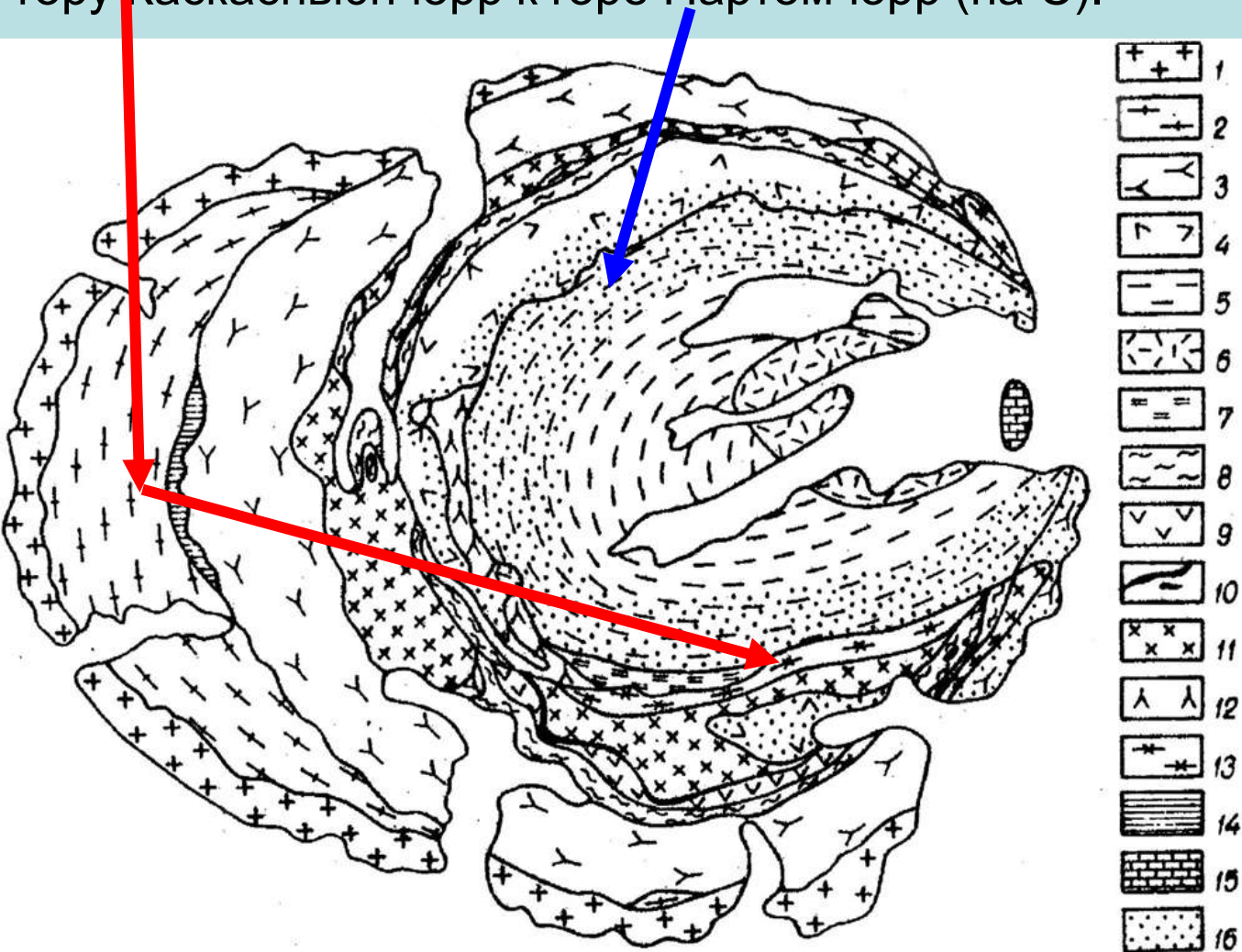
Все эти образования контактово метаморфизованы, а затем фенитизированы. При этом, во многих случаях корунд и топаз полностью замещены полевыми шпатами, а то и нефелином. Но, нередко реликтовый корунд и даже топаз сохранились, - вероятно там, где щелочной потенциал флюидов был израсходован. Чаще корунд окружён реакционной каймой герцинита или полностью им замещён.

При наложении постфенитовых флюидов часть нефелина была замещена ало-красным содалитом.

Высокоглинозёмистые фениты Хибин

Проблема - протолиты высокоAl пород Хибин.

Полоса этих образований тянется дугой на протяжении 20 км от корундового ручья горы Эвеслогчорр (на Ю-ЮВ), через ущелье Ферсмана, гору Юкспор в долине Гакмана, Свинцовый ручей, верховья реки Тулиок, гору Каскасьюнчорр к горе Партомчорр (на С).



Высокоглинозёмистые фениты Хибин

Основными особенностями глинозёмистых апоксенолитовых пород = протолитов высокоглинозёмистых фенитов Хибин являются:

- обогащение алюминием, коэффициент агпаитности нередко < 0.5 ;
- высокое содержание кремнезёма, за исключением отдельных разновидностей, в которых < 50 масс.% SiO_2 ;
- обогащение железом, обычно в виде сульфидов;
- очень контрастное распределение серы и титана: от почти полного отсутствия до десятков процентов сульфидов и рутила;
- в целом повышенная концентрация фтора, в т.ч. наличие топаза;
- большой разброс в содержании натрия (до следовых концентраций).

Высокоглинозёмистые фениты Хибин

Пород с набором таких признаков нет среди осадочных, магматических и метаморфических.

Такие образования известны только среди гидротермальных метасоматитов.

Все отмеченные выше особенности характерны только для формации послевулканических вторичных кварцитов: вариации состава от монокварцитов до почти мономинеральных корундовых пород с гнёздами рутила до десятков см в поперечнике; со скоплениями пирита или почти лишённых пирита и богатых гематитом; со скоплениями фторсодержащего мусковита – серицита или без него; с наличием до обилия гидроксил-фтортопаза... Это продукты послевулканического сернокислотного (сероводородно-фтористоводородно-хлоритсководородно-сернокислотного) метасоматоза, зачастую сопровождаемые золотым оруденением от колчеданного до убого сульфидного (эпитермального). Подобные метасоматиты сопровождают не только вулканические серии островных дуг, но и вулканы от низкой до очень высокой щёлочности на континентах. Так, сернокислотные вторичные кварциты и аргиллизиты с обильным золотым оруденением сопряжены с фоолитами рудного поля Крипл-Крик, США.

Высокоглинозёмистые фениты Хибин



С корундом.
Гора Кукисвумчорр



Корунд, ортоклаз, биотит.
Река Вуоннемиок

3411
КОРУНД
Corundum
 Al_2O_3
г. Эвеслогчорр Khibiny

Высокоглинозёмистые фениты Хибин



85x75 мм. С корундом, герцинитом, аннитом. Хибин

Высокоглинозёмистые фениты Хибин

15 мм



Корунд с оторочкой герцинита.
Гора Кукисвумчорр



Корунд с оторочкой герцинита.
Гора Эвеслогчорр



Реликтовый
гидроксил-фтор-
топаз в фенитах.
Гора
Каскасньюнчорр



Фениты с герцинитом.
Лопарский перевал

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин $(Al, Cr, Fe^{3+})_2O_3$ - один из самых популярных (третий за голубым сапфиром и танзанитом в 1998-1999 г.г.) и дорогих камней. Сказочные цвета голубиной крови рубины развиты в участках перекристаллизованных кальцифиров (\pm шпинель, хондродит, форстерит, диопсид, фторфлогопит, фтор тремолит, фтордравит, маргарит, Cr-рутил...) в телах глубинных низко щелочных магнезиальных скарнов повышенной фтористости, расположенных рядом с телами лейкогранитов и гранитных пегматитов, - Mogôk (Бирма), Paintovan (Таиланд), Hunsa (Пакистан), во Вьетнаме, на Ю. Урале... (Киевленко и др., 1974; Gübelin & Koivula, 1986; Coenraads, 1992; Peretti et al., 1996; Hughes, 1997 и др.). Включения в рубине - кальцит, рутил, пирротин, иногда апатит и маргарит. Карбонатная матрица кальцифиров - Mg кальцит (с ламеллями распада доломита) и/или доломит (с ламеллями распада кальцита), контакты которых с рубином - это индукционные поверхности совместного роста. Интересное образование - трапише-рубин, представляющий агрегат совместно выросших преобладающего рубина и подчиненного карбоната. Рубин нередко образуется за счет деструкции шпинели при повышении $f CO_2$: $MgAl_2O_4 + CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + MgCO_3$. Рубин с Cr - красный, с Ti+Cr - фиолетовый до тёмно коричневого. Ярко окрашенный рубин обычно содержит 0.25-2.0 % масс. Cr_2O_3 , $< 0.2\%$ Fe_2O_3 , $< 0.1\%$ V_2O_5 и TiO_2

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

(Huges, 1997; Bowersox et al., 2000). Рубин в одних случаях идеально прозрачный, в других - звездчатый (4-х, 6-, 8-, 12-...лучевые камни) с типичными игольчатыми структурами распада рутила, а также ильменогематита, магнетита..., расположенными ориентированно в каждом секторе роста кристалла рубина.

Сапфир, в том числе звездчатый с типичными игольчатыми структурами распада рутила, в кристаллах около 1 см развит в перекристаллизованных пироксен-полевошпатовых эндоскарнах в ассоциации с олигоклаз-андезином, скаполитом - мариалитом, силлиманитом, а также с флогопитом и лиловой шпинелью, - Kandi (Шри Ланка) (Киевленко и др., 1974). Голубой сапфир и сростания сапфир - рубин известны в скарнах Jegdalek (Афганистан) (Bowersox et al., 2000). Сапфир ограночного качества развит в глубинных высокотемпературных низкощелочных магнезиальных (магнезиально-глиноземистых) скарнах с фассаитом, шпинелью, скаполитом - мейонитом, гибонитом, анортитом, паргаситом, монацитом, торианитом, бадделеитом - месторождение Andranondambo (Мадагаскар) (Gübelin et al., 1997). Голубой сапфир содержит около 0.1% Fe_2O_3 , 0.05% TiO_2 , 0.01% Cr_2O_3 . Его окраска обусловлена электронными переходами $\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Ti}^{4+}$.

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах

Знаменитые месторождения рубина в Бирме, на Мадагаскаре, Памире, Афганистане, в Центральной Африке и в иных местах – это участки перекристаллизации кальцифиров колонки магнезиальных скарнов при повышенной фугитивности CO_2 . При этом магнезиальная шпинель превращается в корунд (рубин..): $\text{MgAl}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgCO}_3$. Окраска рубина обусловлена малыми примесями Cr, Ti, Fe, V...



Агрегатная псевдоморфоза рубина и магнезита по кристаллу шпинели.
Часть магнезита выщелочена.
Могок, Бирма



Кристалл корунда
21x17 мм.
Могок, Бирма

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах

17 мм



Ngoro-Ngoro, Танзания

60x50 мм



Luc Yen, Вьетнам

76 x
38
мм



МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах



Снежное,
Памир



«Трапише»-рубин :
секториальные
кристаллы, продукты
совместного роста
корунда и карбоната.
Mung Hsu, Бирма



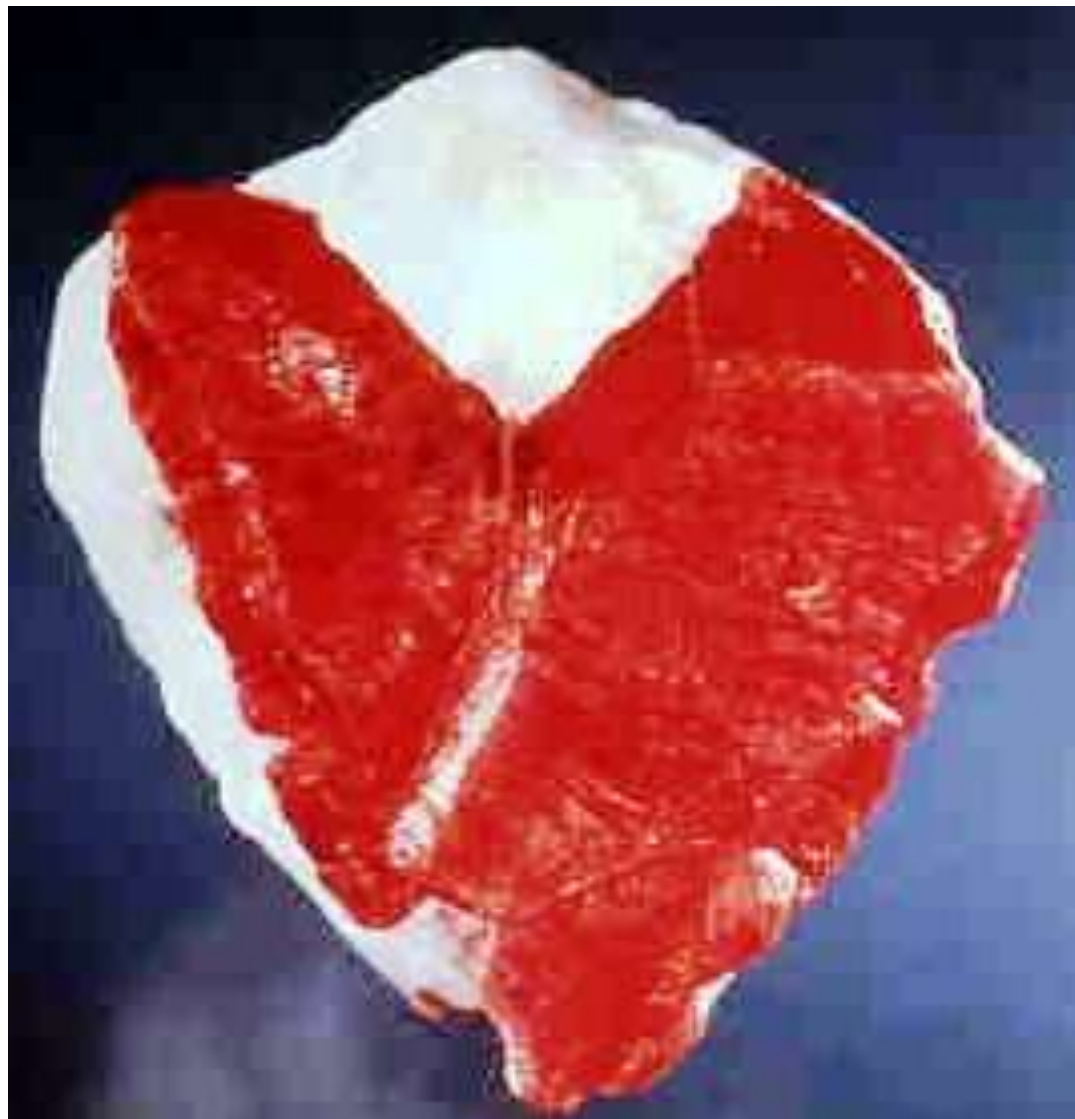
МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах

Jegdalek Ruby mine, Афганистан



42x39
мм



Бирма. Храмовый комплекс Баган



МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах

Могок, Бирма



196 карат



Рубин-
книжка
(индукц.
поверхн.
совмест.
роста)



МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

9 мм



Рубин в кальцифирах

Могок, Бирма

Прозрачный
рубин
цвета
голубиной
крови

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Рубин в кальцифирах на пейните $\text{CaZrAl}_9[\text{O}_{15}/\text{VO}_3]$

Могок, Бирма

Повышенная
активность фтора
очевидно обусловила
подвижность бора и
циркония, которые
фиксированы в
пейните



29 мм



23
мм



МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Сапфир

Сапфир развит в своеобразных весьма высокотемпературных магнезиально-глинозёмистых скарнах Мадагаскара в ассоциации с чисто кальциевыми плагиоклазом – анортитом и скаполитом – мейонитом, с гибонитом $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$, тажеранитом – кубическим ZrO_2 , торинитом ThO_2 ...

Andranondambo, Мадагаскар



35 мм



19
мм



В анортите
и мейоните

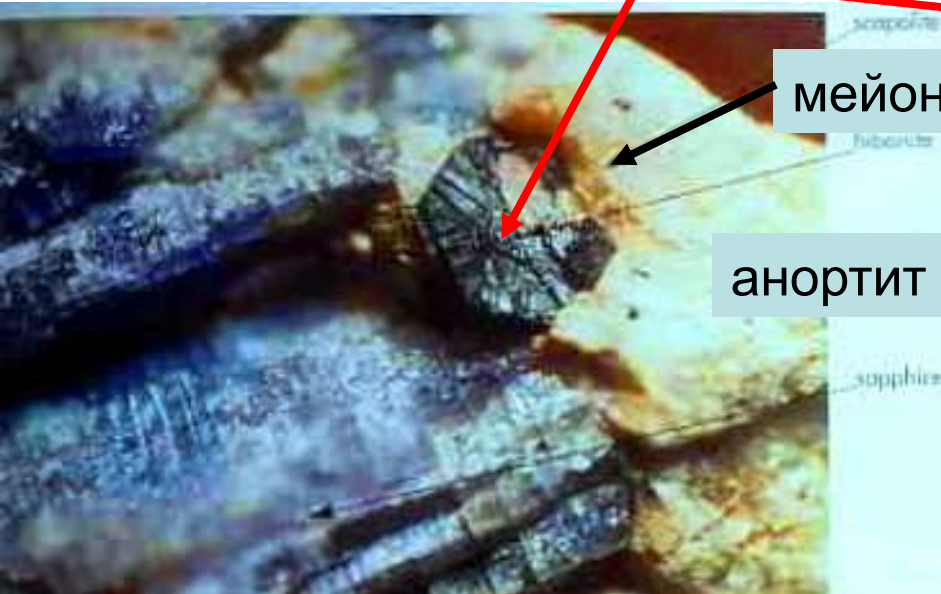
8 мм



3
мм

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

Сапфир и гибонит $\text{Ca}(\text{Al,Fe})_{12}\text{O}_{19}$



мейонит

анортит



57x37
мм

Antanimora, Мадагаскар

Andranondambo, Мадагаскар

27x19
мм



34x26 мм



53x48
мм



Гибонит. Elsiva eluvials, Мадагаскар

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ СКАРНЫ. Фтористые

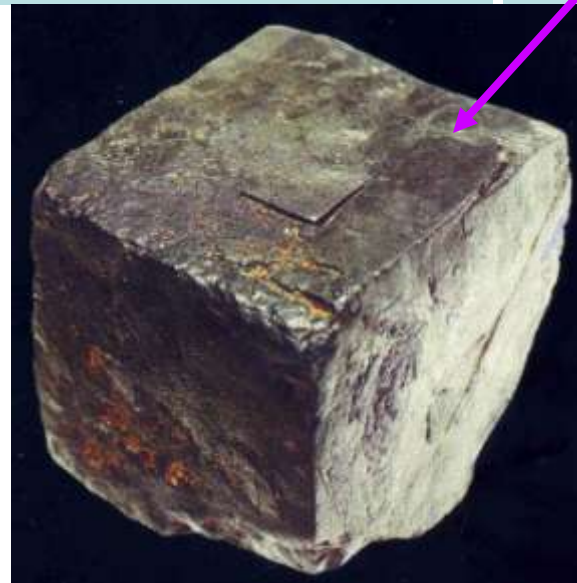
Сапфир и тажеранит – куб. $(Zr,Ca,Ti)O_2$

Торианит $Th O_2$



мейонит

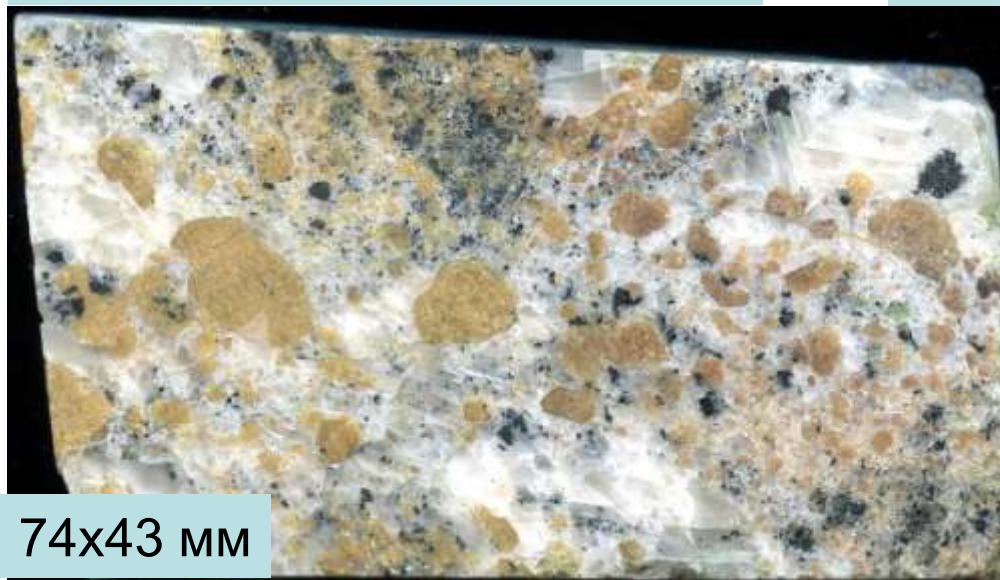
Andranondambo, Мадагаскар



Elsiva, Мадагаскар



В карбонате.
Beraketa,
Мадагаскар



74x43 мм

Шпинель -
клино-
гумитовые
кальцифиры
с перовскитом
и тажеранитом

Тажеран,
Байкал



78x69 мм

ПАРАГЕНЕЗ

ТОПАЗ + РУБИН

В ЦВИТТЕРАХ

Специфична минерализация месторождения Роона (Зап. Австралия). Здесь в апосерпентинитовых цвиттерах - слюдитах фторбиотит - фторфлогопитового состава (\pm флюорит, плагиоклаз, апатит, касситерит, фуксит, александрит, сапфир) развиты небольшие жилы: кварц - маргарит- топазовые с изумрудом, кварца с изумрудом, топаза с рубином и кварцем (Gründmann & Morteani, 1998). Полна чудес могучая Природа !

РУБИН В ЦВИТТЕРАХ

На Полярном Урале (Макар-Рузь) и в Танзании (Umba Valley) рубины находятся в телах флогопитовых слюдитов и флогопитовых олигоклазитов среди метагипербазитов



25 мм



Рай-Из. Полярный Урал

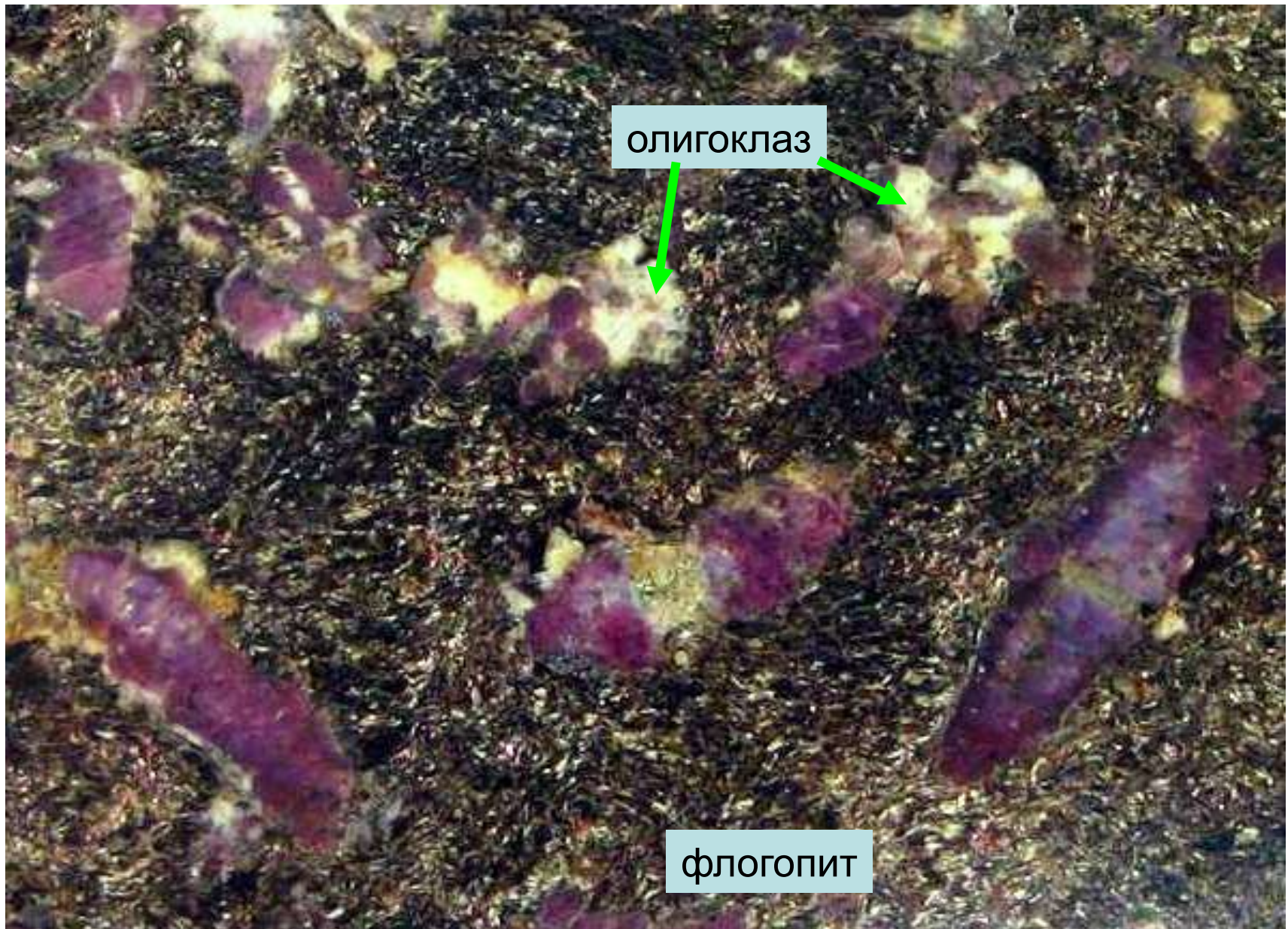
РУБИН В ЦВИТТЕРАХ

На Полярном Урале (Рай-Из, Макар-Рузь) рубины находятся в телах флогопитовых слюдитов и флогопитовых олигоклазитов среди метагипербазитов



170x95 мм

РУБИН В ЦВИТТЕРАХ

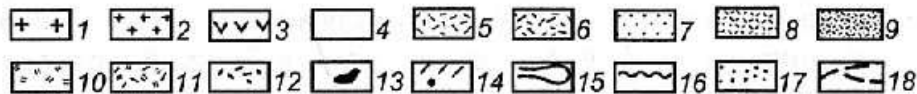
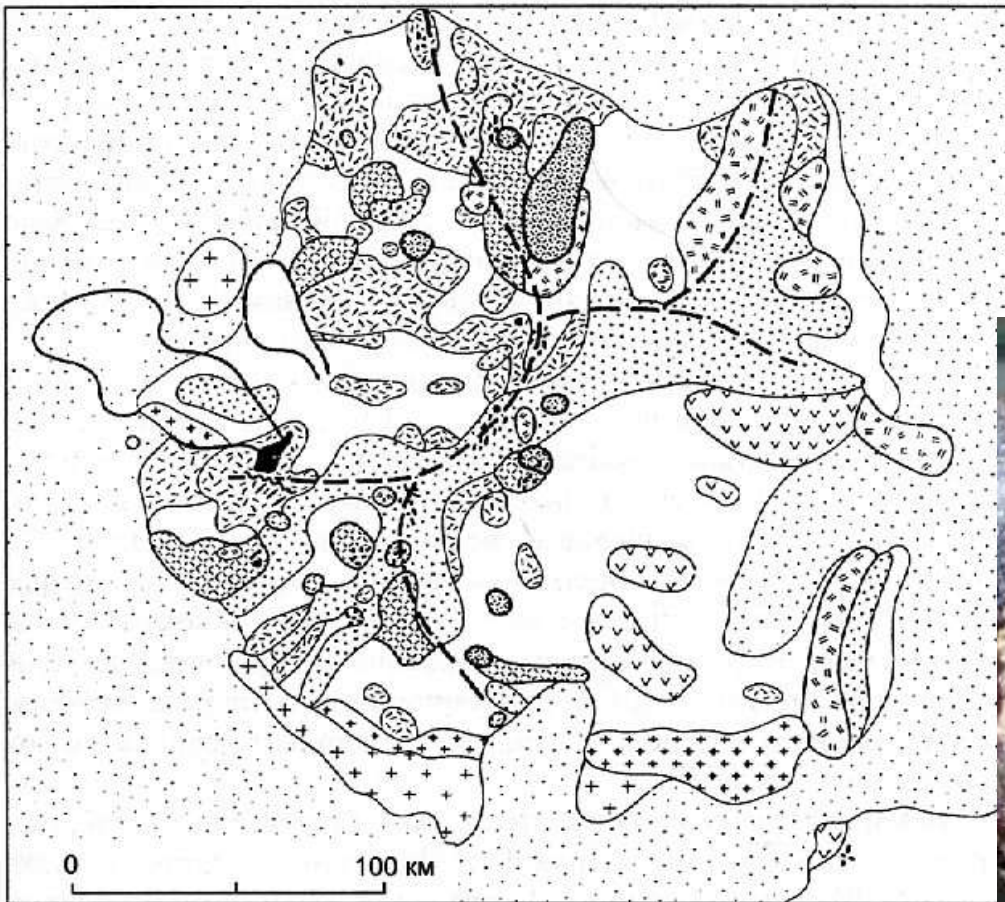


Снежное, Таджикистан, Центральная Азия

КОРУНД
ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ
В ВУЛКАНОГЕННЫХ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
СЕРНОКИСЛЫХ МЕТАСОМАТИТАХ -
ВТОРИЧНЫХ КВАРЦИТАХ

Корунд вторичных кварцитов

Семиз-Бугу,
Центральный
Казахстан



Вторичные кварциты с
рутилом и корундом

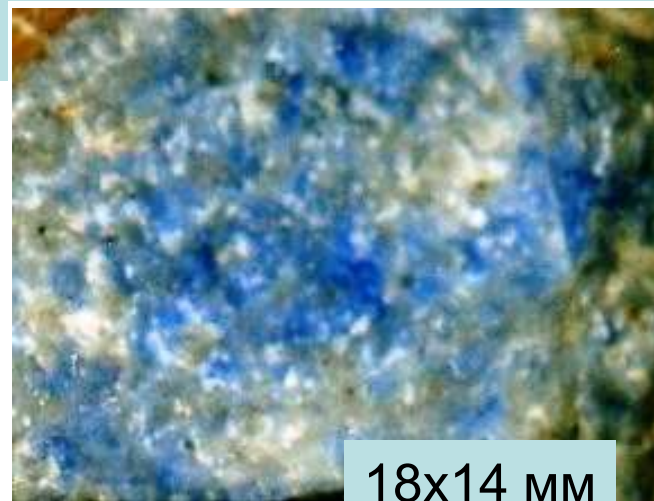
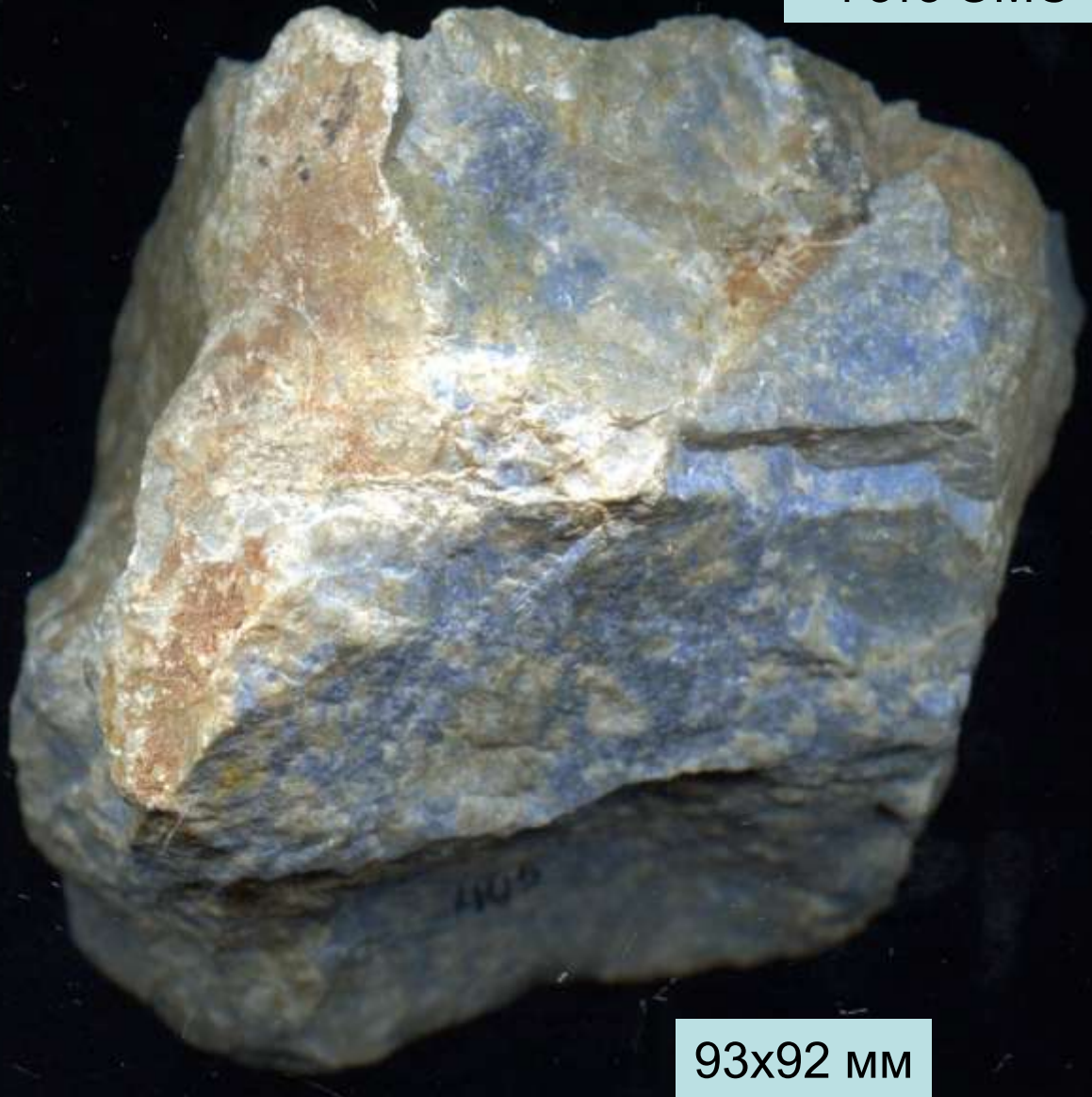
Рис. 19.1. Геологическая схема алунит-андалузит-корундового месторождения Семиз-Бугу [Наковник, 1964]

1 – граниты; 2 – гранит-порфиры; 3 – кислые эффузивы; 4 – серицитовые ВК; 5 – кварц-серицитовые породы; 6 – кварц-серицит-андалузитовые породы; 7 – монокварциты; 8, 9 – андалузитовые ВК; 10 – алунитовые ВК; 11 – алунит-андалузитовые ВК; 12 – площади развития прожилков и вкрапленности корунда; 13 – главное корундовое тело; 14 – малые корундовые тела; 15 – россыпи корунда; 16 – дайки диабазов; 17 – наносы; 18 – осевые линии хребтов

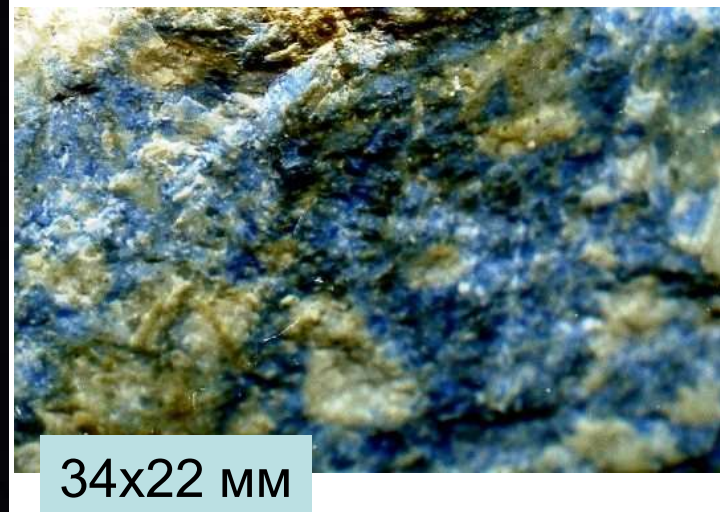
Корунд вторичных кварцитов

Семиз-Бугу, Центральный Казахстан. Колл. Г.П. Зарайского

Фото ЭМС

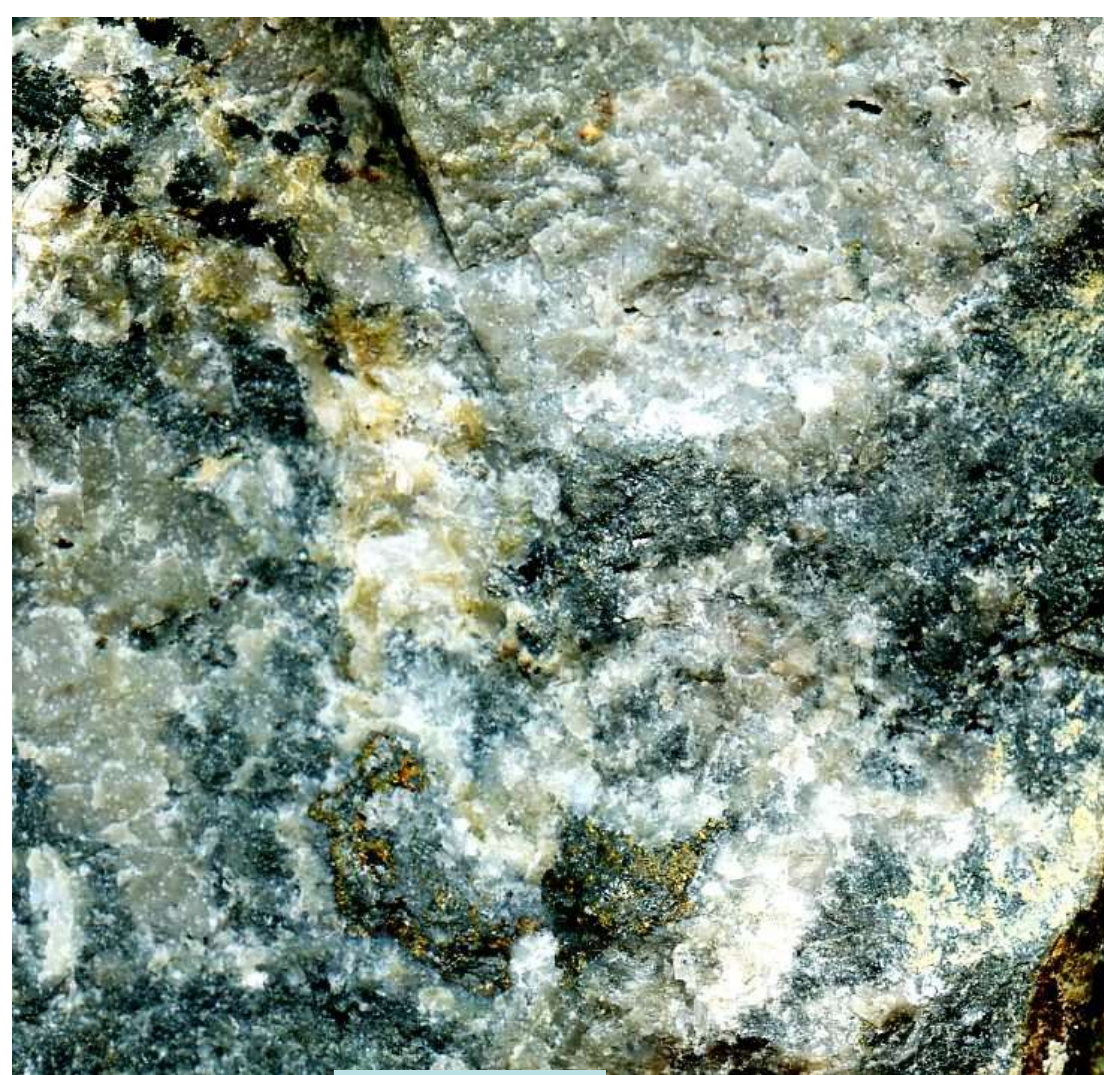


Андалузит-корундовые
вторичные кварциты



Корунд вторичных кварцитов

Семиз-Бугу, Центральный Казахстан



47x45 мм



24x20 мм

Тонкозернистые
корунд-андалузитовые
вторичные кварциты
с пиритом

Колл. И.А. Бакшеева, фото Э.М. Спиридонова

Корунд вторичных кварцитов

Семиз-Бугу, Центральный Казахстан

56x36 мм



49x41 мм



36x34 мм



Гнёзда
корунда в
андалузит-корундовых
вторичных кварцитах

Колл. И.А. Бакшеева, фото Э.М. Спиридонова

Корунд вторичных кварцитов

Жанет, Центральный Казахстан. Колл. Г.П. Зарайского

Фото
Э.М. Спиридонова

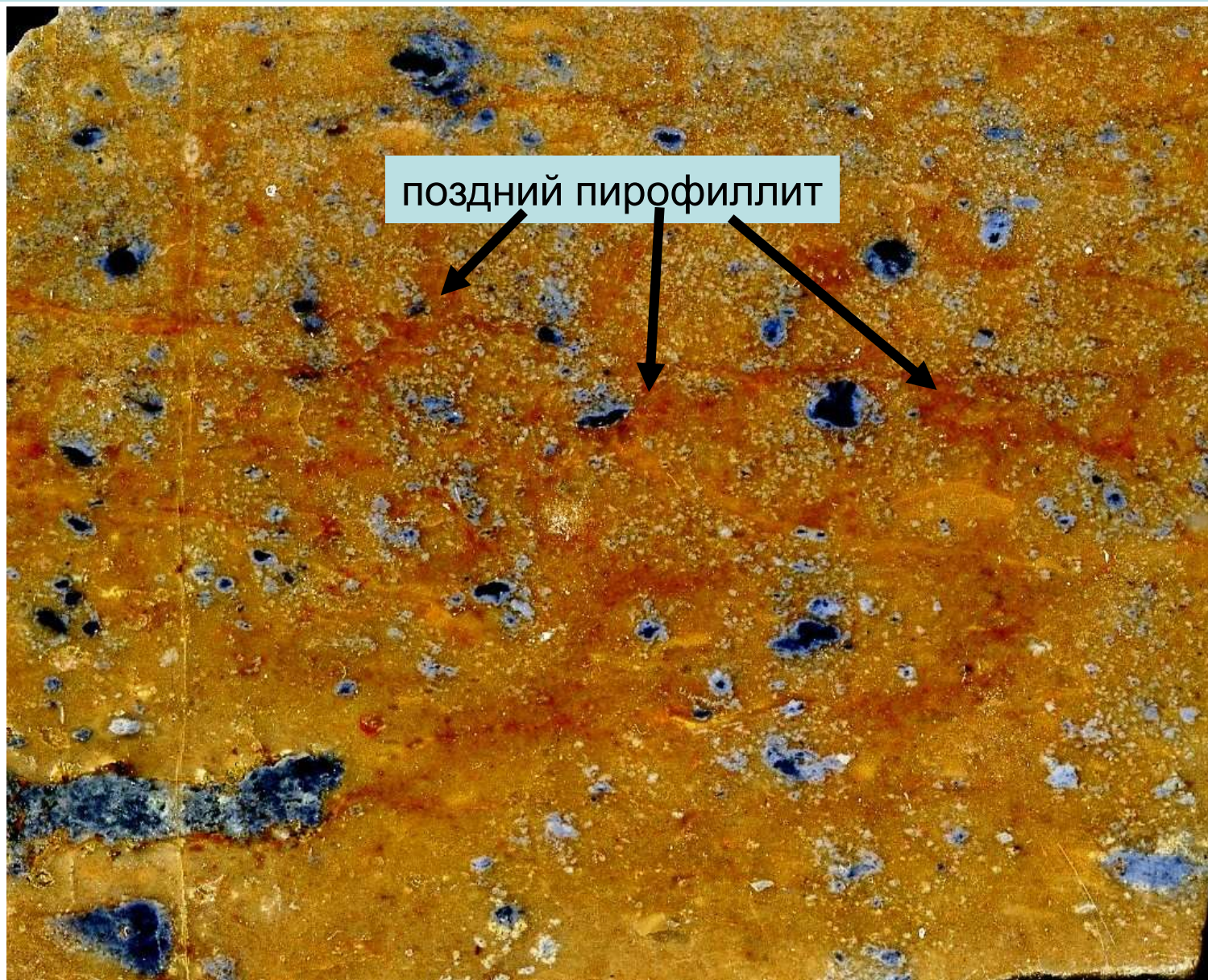


Корундовые
вторичные
кварциты

85x76 мм

Корунд вторичных кварцитов

Жанет, Центральный Казахстан. Колл. Г.П. Зарайского



поздний пиррофиллит

Фото
Э.М.
Спиридонова

Корундовые
вторичные
кварциты

65x53 мм

Корунд вторичных кварцитов

Жанет, Центральный Казахстан. Колл. Г.П. Зарайского

Фото
ЭМС

Корун-
довые
вторичные
кварциты

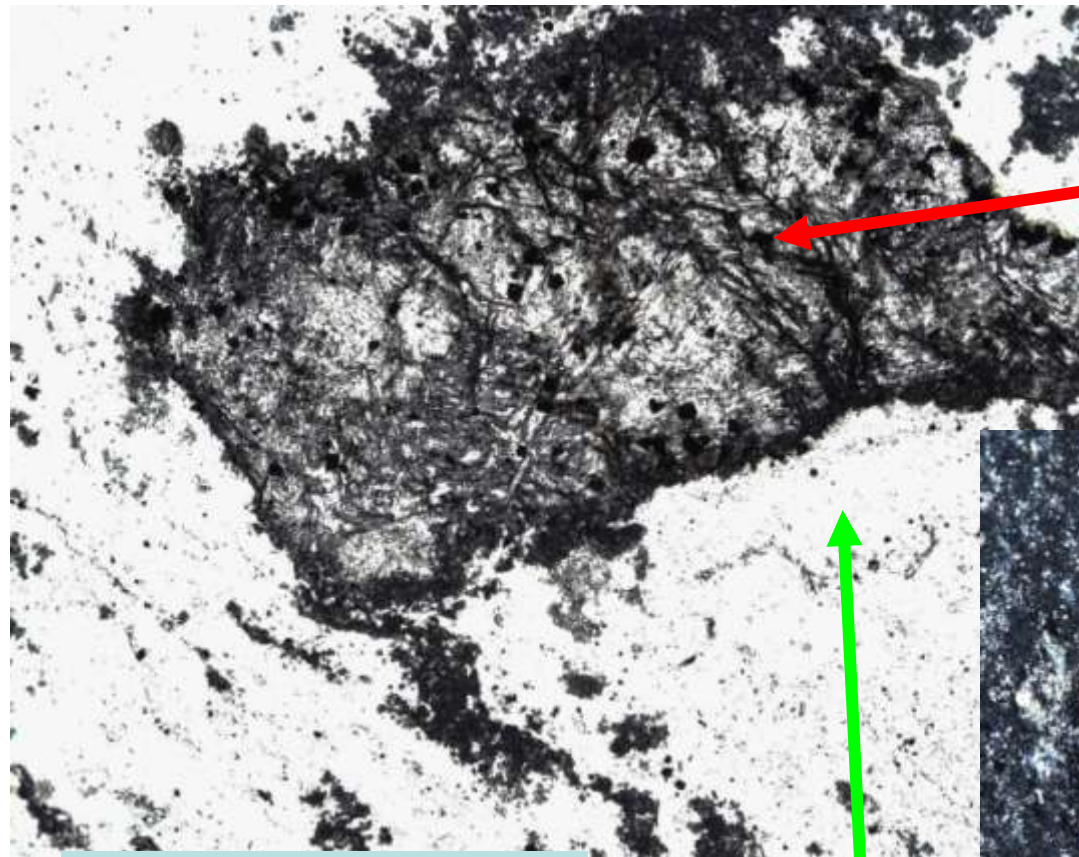
28x21 мм



Корунд вторичных кварцитов

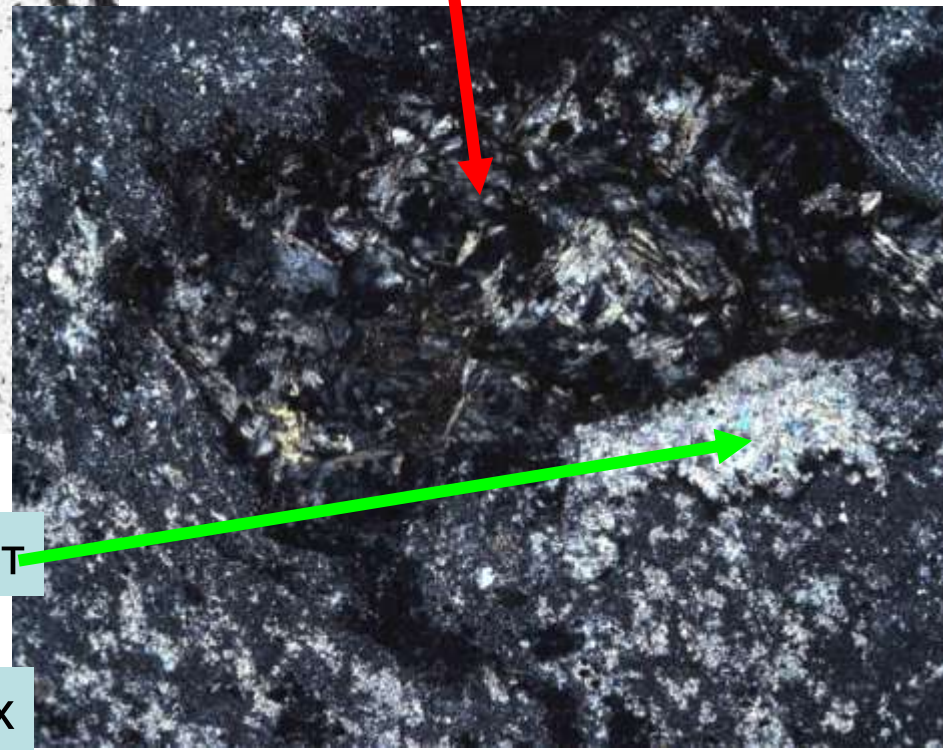
Жанет, Центральный Казахстан.

Колл. Г.П. Зарайского, фото Э.М. Спиридонова



Шлиф при 1 николе

корунд



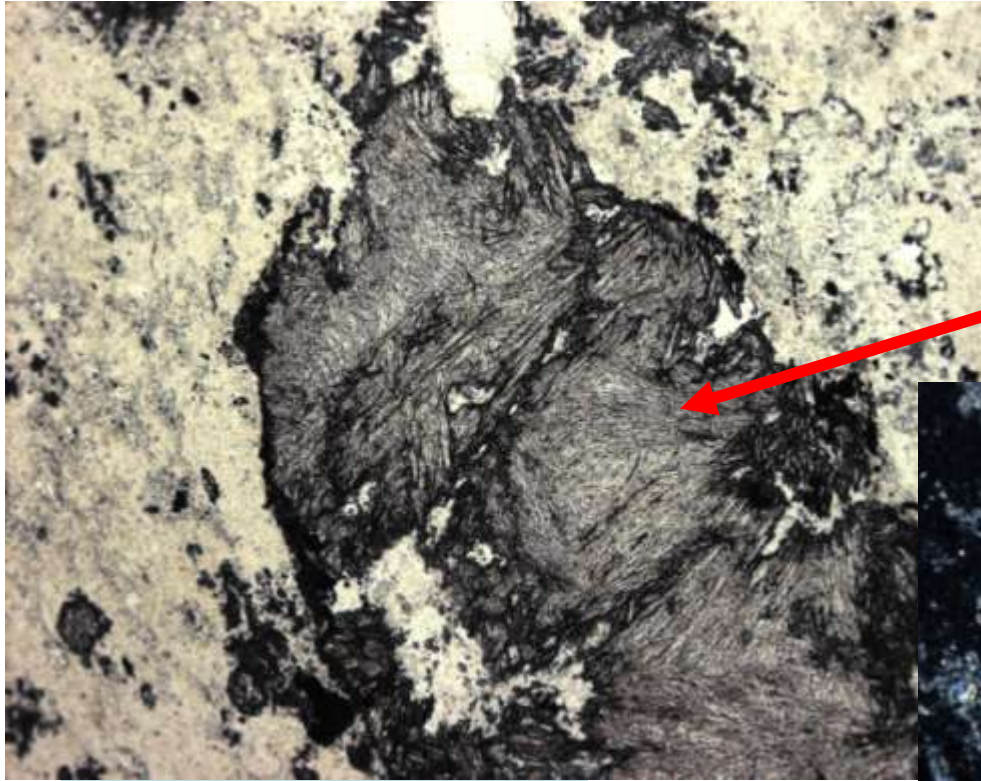
пирофиллит

Шлиф, николи x

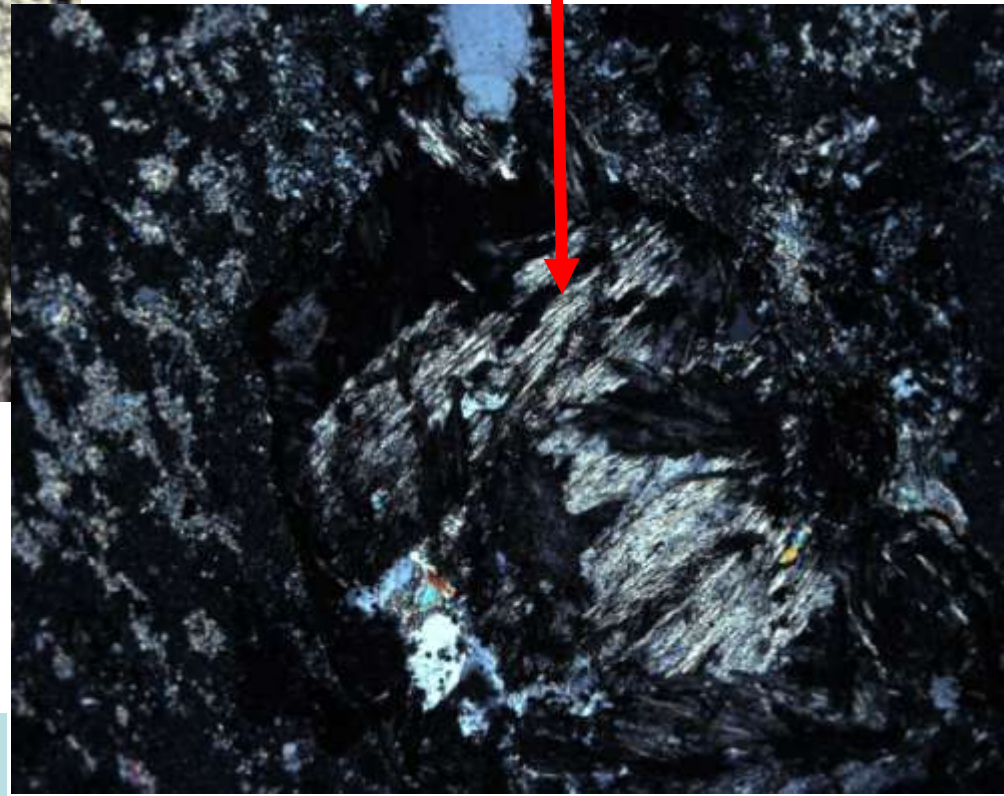
Корунд вторичных кварцитов

Жанет, Центральный Казахстан.

Колл. Г.П. Зарайского, фото Э.М. Спиридонова



Шлиф при 1 николе



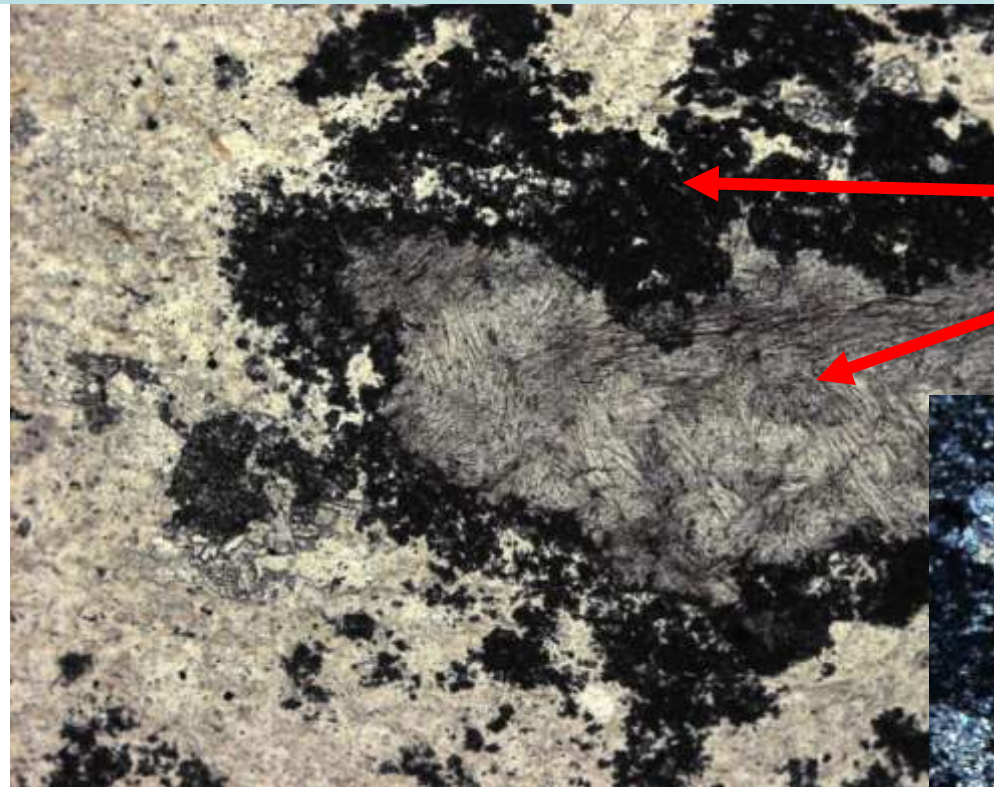
Шлиф, николи x

корунд

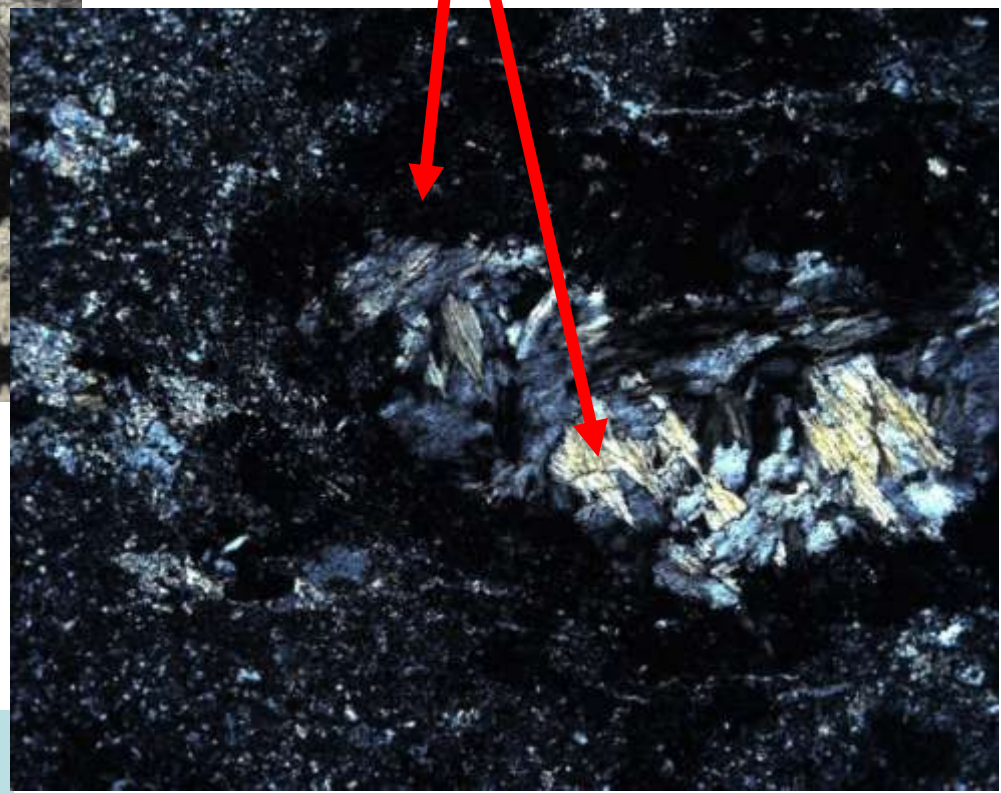
Корунд вторичных кварцитов

Жанет, Центральный Казахстан.

Колл. Г.П. Зарайского, фото Э.М. Спиридонова



Шлиф при 1 николе



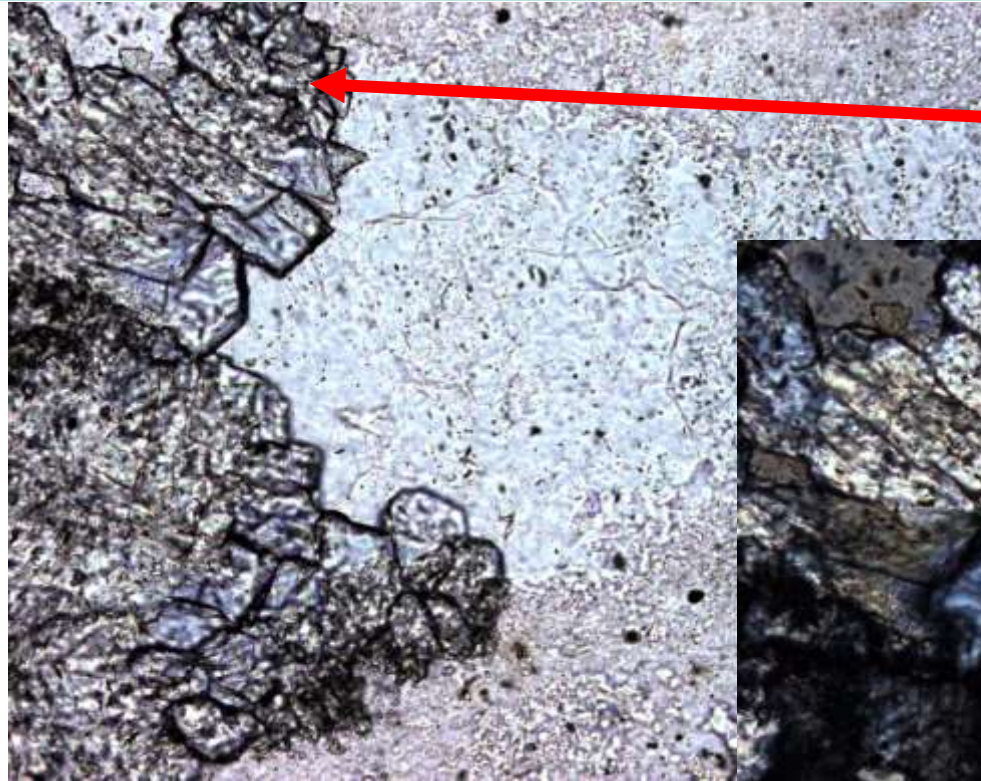
Шлиф, николи x

корунд

Корунд вторичных кварцитов

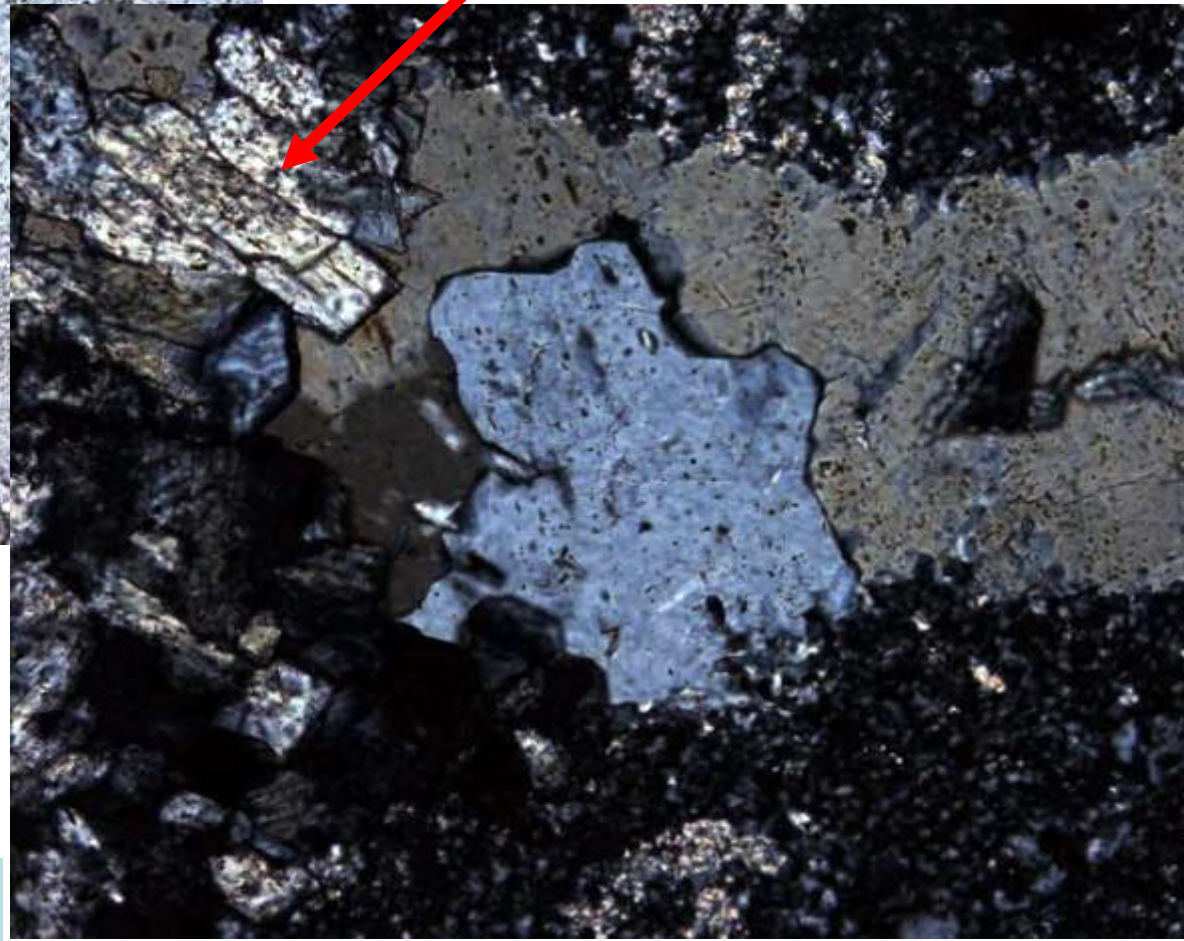
Жанет, Центральный Казахстан.

Колл. Г.П. Зарайского, фото Э.М. Спиридонова



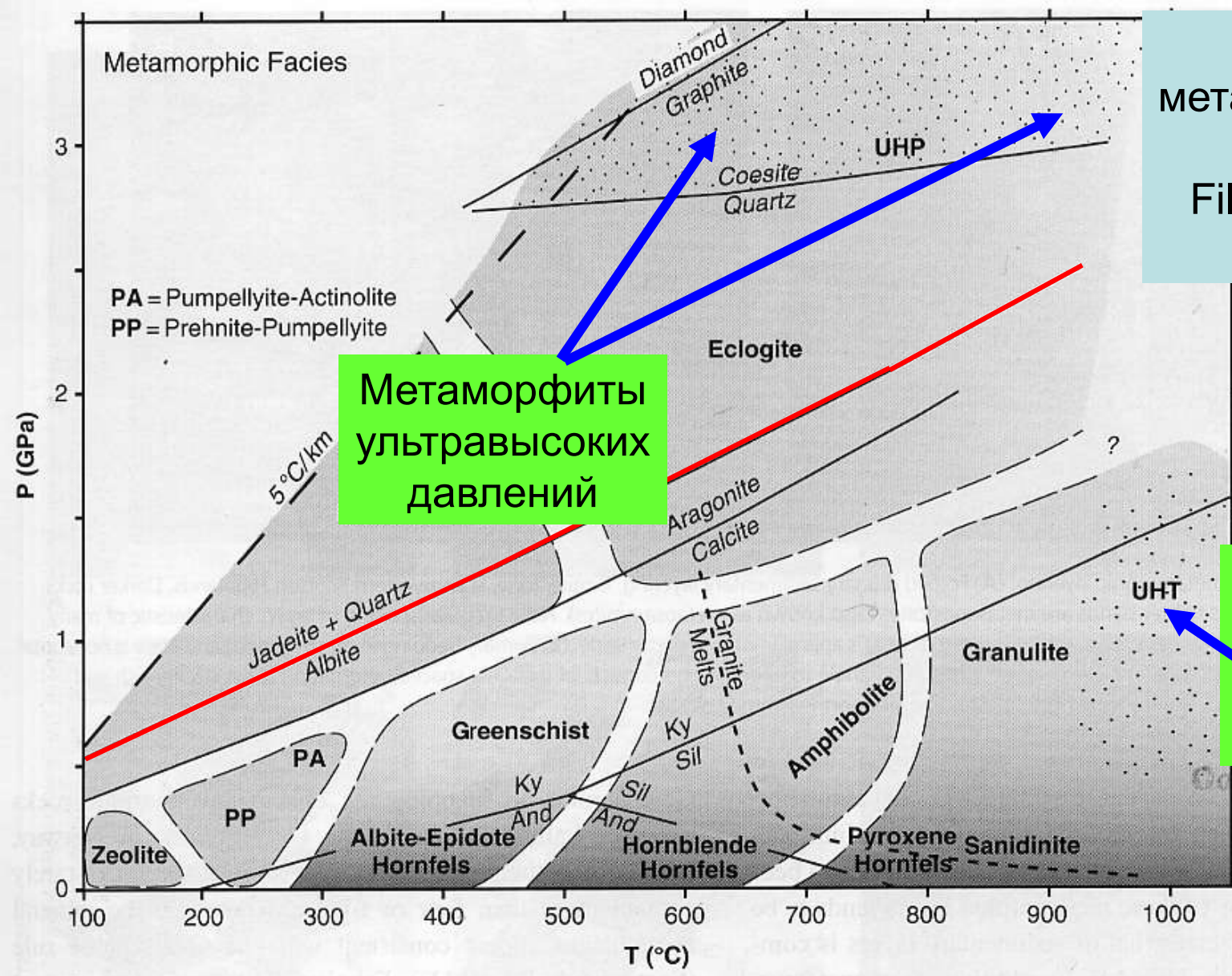
Шлиф при 1 николе

корунд



Шлиф, николи х

Границы метаморфических фаций по Filpotts & Auge, 2009



Метаморфиты ультравысоких давлений

Метаморфиты ультра высоких температур

Fig. 16.6 Approximate temperatures and pressures for the major metamorphic facies. Rocks are assumed to be in equilibrium with water at the same pressure as the load pressure. Location of triple point between kyanite (Ky), sillimanite (Sil), and andalusite (And) from Holdaway (1971). Melting curve for peraluminous granite under water-saturated conditions from Clemens and Wall (1981). UHP and UHT designate approximate fields of ultrahigh pressure and ultrahigh temperature metamorphism, respectively. Limiting geothermal gradient of 5 °C per km shown; gradients less than this are extremely rare in nature.

Роговики пироксеновой фации. Наждаки

Существенно корундовые породы – так называемые наждаки, как правило, мелкозернистые, - продукты метаморфизма бокситов

Чанах, Якутия



100 мм

Амфиболитовая фация. Корунд

Корундовые плагиоклазиты, корунд – анортитовые породы = борзовиты – продукты метаморфизма жильного маргарита

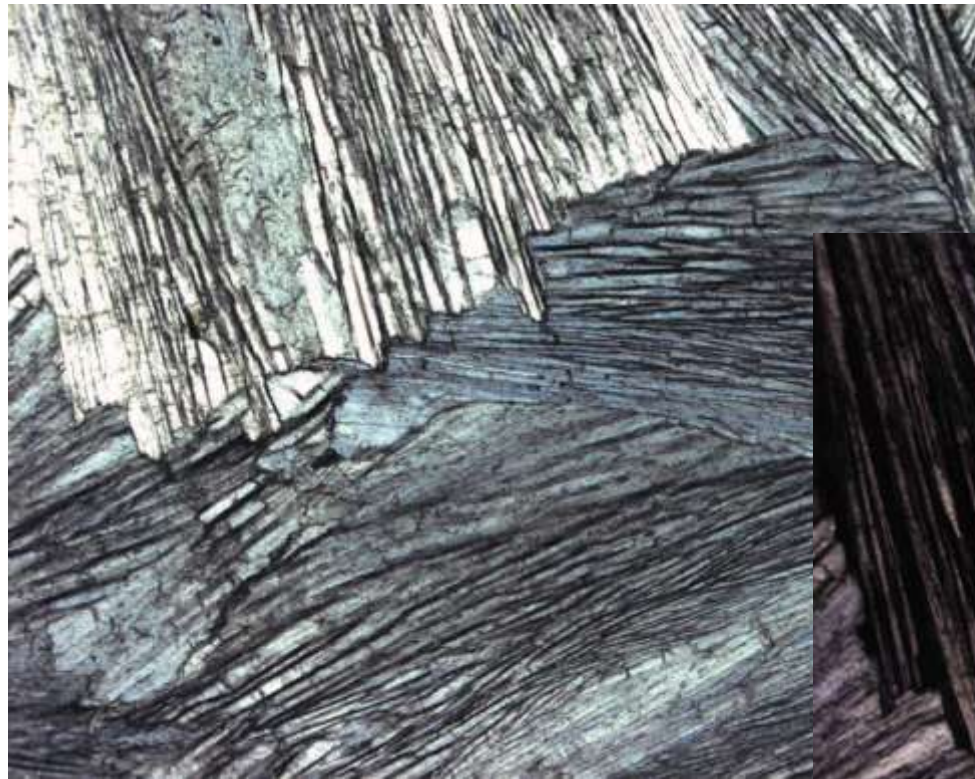


Борзовское м-ние,
Средний Урал

90x55 мм

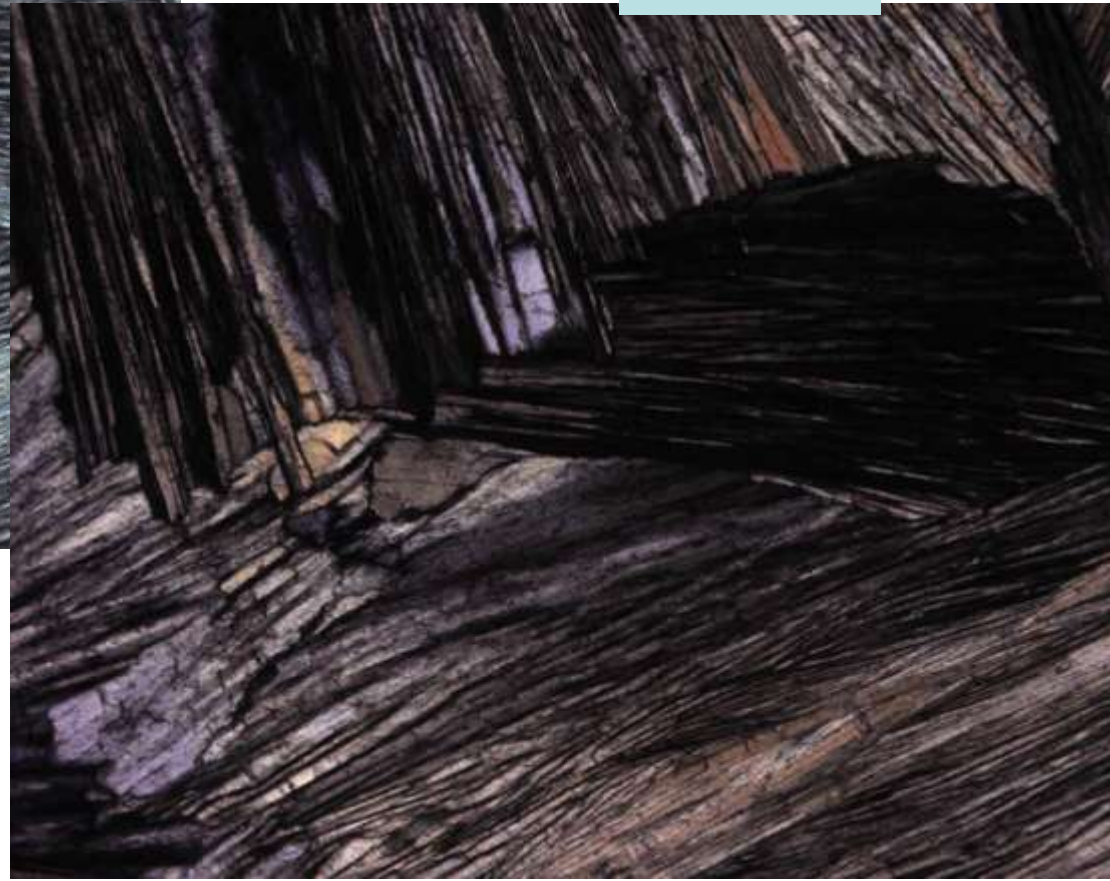
Амфиболитовая фация. Корунд

Существенно корундовые породы и близкого состава метаморфиты – так называемые наждаки, как правило, мелкозернистые, - продукты метаморфизма бокситов, реже иных высокоглинозёмистых образований



Кыштым, Средний Урал

Николи x

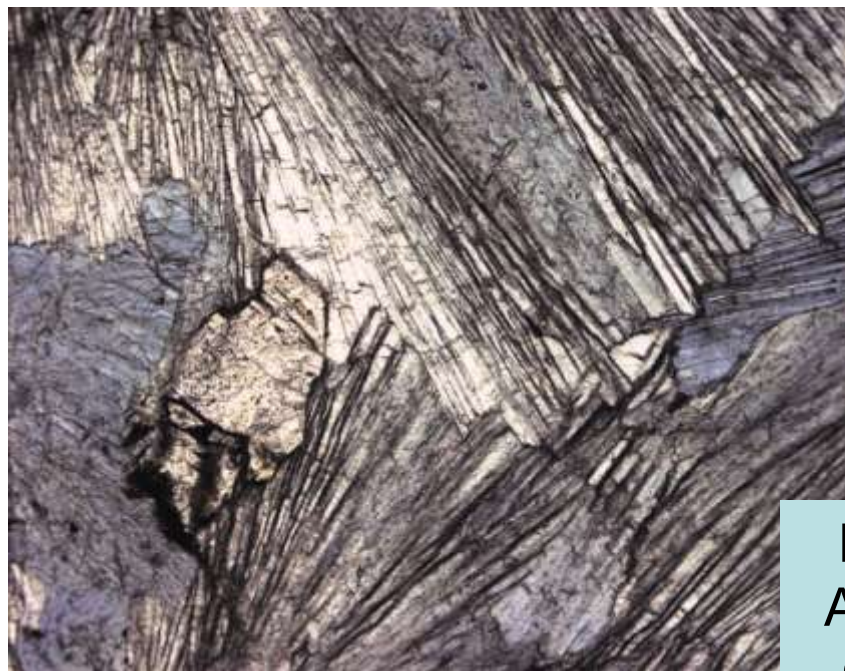


При 1 николе

Колл. О.Б. Азовской
Фото Э.М. Спиридонова

Амфиболитовая фация.

Наждаки. Кыштым, Средний Урал



При 1
николе



Колл. О.Б.
Азовской
Фото Э.М.
Спиридонова



Николи
x



Амфиболитовая фация. Рубин

Рубин $(Al, Cr, Fe)_2O_3$ распространён в метаморфических комплексах в ядерных частях складчатых областей Индокитая, Гиндукуша, Памира, Урала... среди метаэвапоритов (чаще это доломитовые мраморы). Самые знаменитые месторождения - района Могок в Бирме, а также Hunza Valley (Пакистан), Ratnapura, Elahera (Шри Ланка, с массой звездчатых камней), Chimwadzulu Hill (Малави), Jagdalak (Афганистан). Известны звездчатые рубины Индии. Гигантские кристаллы метаморфогенного рубина - до 12 кг недавно найдены во Вьетнаме. В нашей стране наибольший интерес представляет рубиноносная полоса Восточного Памира длиной 200 км - месторождения Снежное, Надежда, Тура-Кулома. Вес полупрозрачных призматических кристаллов рубина до 2,3 кг, длина - до 25 см. Прозрачные густого цвета участки развиты на вершинах и по периферии кристаллов. Великолепные огранённые камни весят до 2 карат. Рубиновая минерализация развита в толще грубозернистых доломитовых, кальцитовых и магнезитовых мраморов с прослоями кристаллических сланцев со скаполитом. Кристаллы рубина развиты в гнёздах с карбонатом, скаполитом и фукситом (хромфенгит).

Эксперименты показали, что при высокой фугитивности CO_2 шпинель разлагается: $MgAl_2O_4 + CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + MgCO_3$. Вероятно так образуется рубин в мраморах.

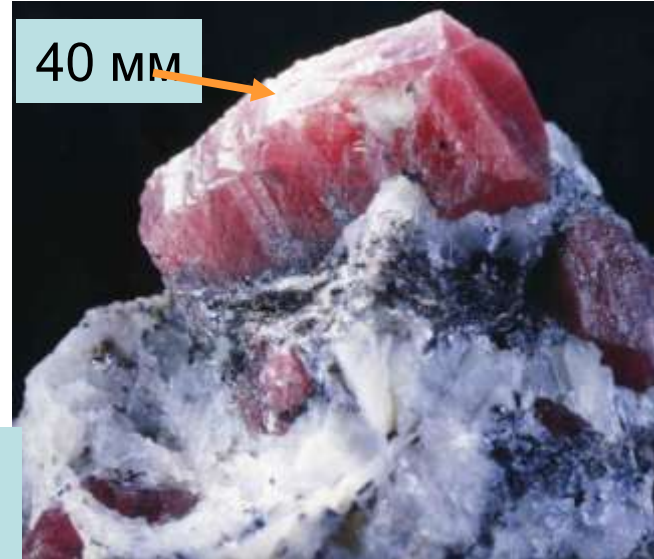
АФ. Рубин. Эксперименты также показали, что выше 400°C оксид алюминия заметно мигрирует в водяном паре. То есть при процессах метаморфизма в водонасыщенных средах возможно образование корунда. Для формирования рубина необходимы низкая активность SiO_2 , Fe, K^+ и Na^+ , наличие Cr. Эти условия существуют в метаэвапоритах, метагипербазитах, в некоторых метапелитах и metabазитах. Таковы условия образования некоторых из рассмотренных ниже месторождений. В ряде регионов рубин развит в высокоглиноземистых парагнейсах, с гранатом и кианитом. Особый интерес представляют метаморфизованные хромитсодержащие оливиновые габбро, превращенные в паргасит - хромцоизитовые амфиболиты с прожилками и чаще метакристаллами рубина, слагающие “зелёные холмы” Африки (по Э. Хемингуэю) (Кения...). Размер секториально - зональных кристаллов рубина от первых мм до 40 см в поперечнике. Изредка эти породы содержат гнёзда рубина и преобладающего олигоклаза. Рубинсодержащие амфиболиты - великолепные декоративные породы и поделочный материал. В этих же районах рубин широко развит в контактовых зонах графитсодержащих гнейсов и метагипербазитов - месторождение Mangari (Кения). Рубин с $\sim 1\%$ Cr_2O_3 и следами Ti и Fe ассоциирует с флогопитом, фенгитом, плагиоклазами, кианитом, маргаритом, Cr-дравитом... ($\sim 650^{\circ}\text{C}$ - ~ 7 кб).

АФ. Рубин в гнейсах Карелии



Хит - остров

40 мм



Майсор,
Индия

Норвегия

Амфиболитовая фа́ция

Рубин в гнейсах

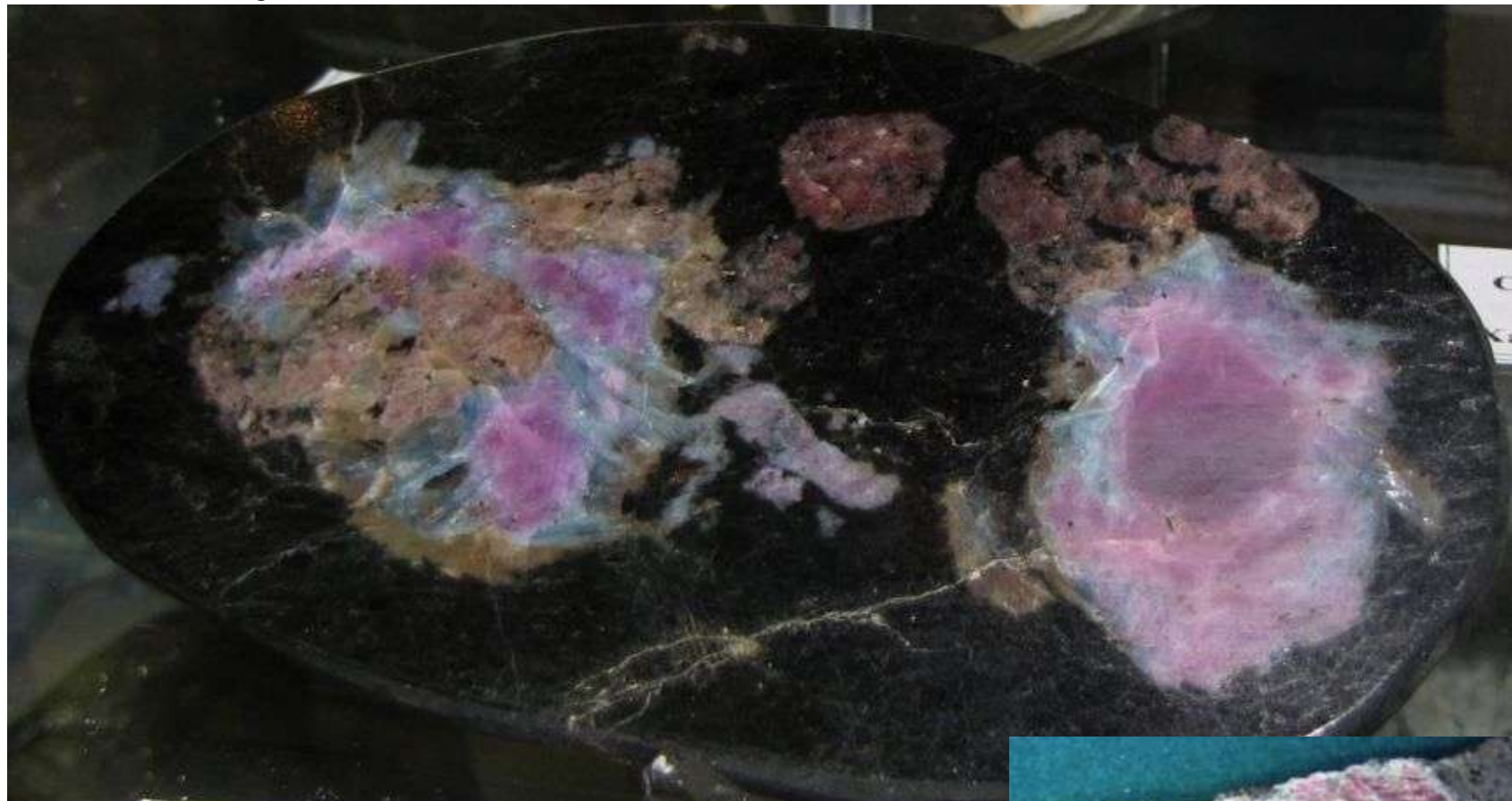


Corundum var. Ruby
on Biotite & Albite
Kleggåsen Ruby Quarry
Froland, Arundel, Aust-Agder,
Norway
3021

Снежное,
Кукурт,
Таджикистан



АФ. Рубин в метабазитах Балтийского щита

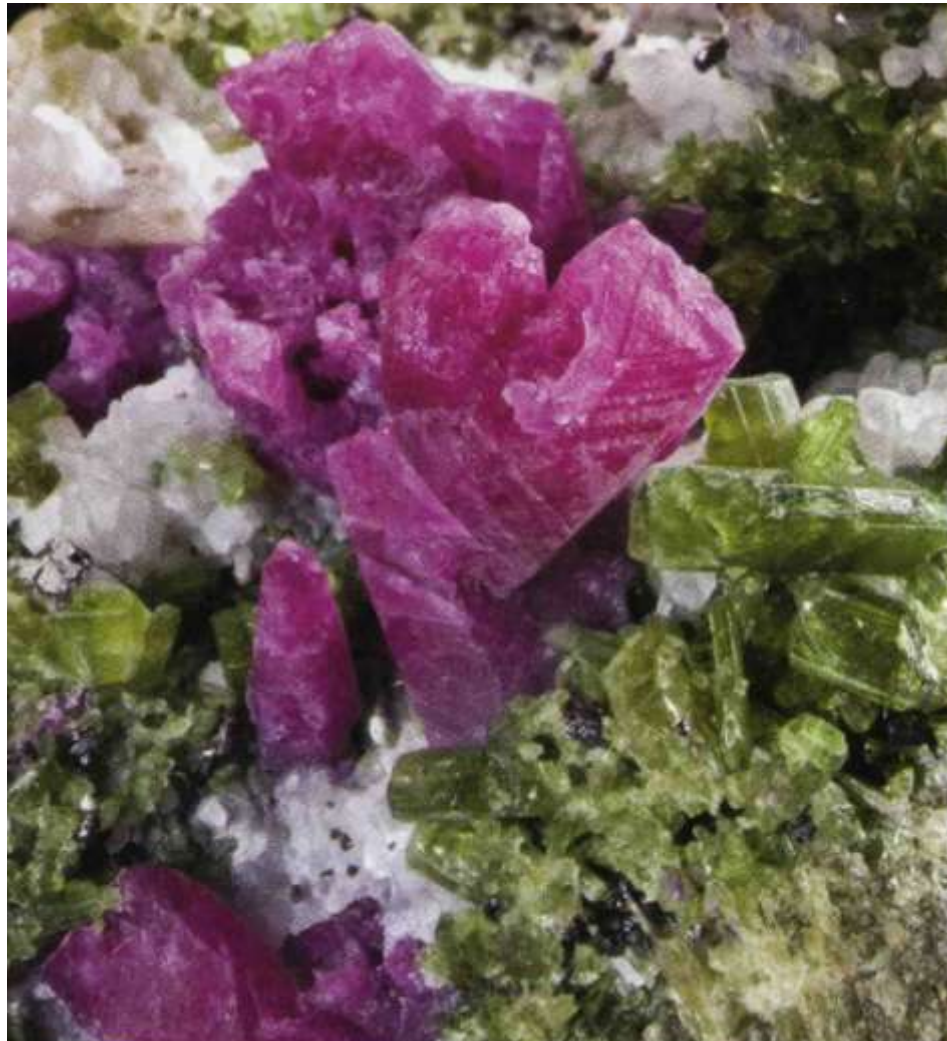


Рубин – кианит - альмандиновые амфиболиты. Дядина гора, Северна Карелия

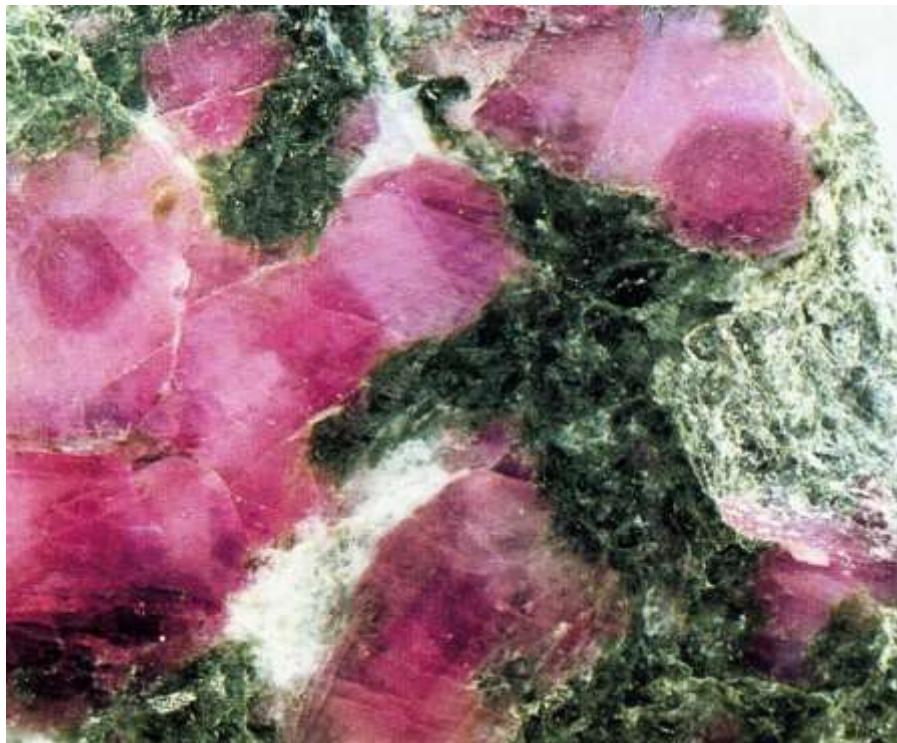
Корундовые амфиболиты. Гора Перуселька, район Ковдора, Кольский полуостров



Амфиболитовая фация. Рубин в метабазитах



Рубин + диопсид. 85 мм



30 мм. Roggiasca,
Val Traversagna

Амфиболитовая фация. Рубин в парагнейсах

80 мм



Fiskenasset, Гренландия



Характерные включения в метаморфогенном рубине – рутил + сфалерит + кальцит (вверху) сфалерит + кальцит (внизу слева).
Gübelin E.J. & Koivula J.I. Bildatlas der Einschlüsse in Edelsteinen. ABC Verlag. Zurich: 1986. 532 s.

АФ. Рубин в метабазитах



Рубин с каймой кианита в массе фуксита. Майсор, Индия



21 и 16
мм



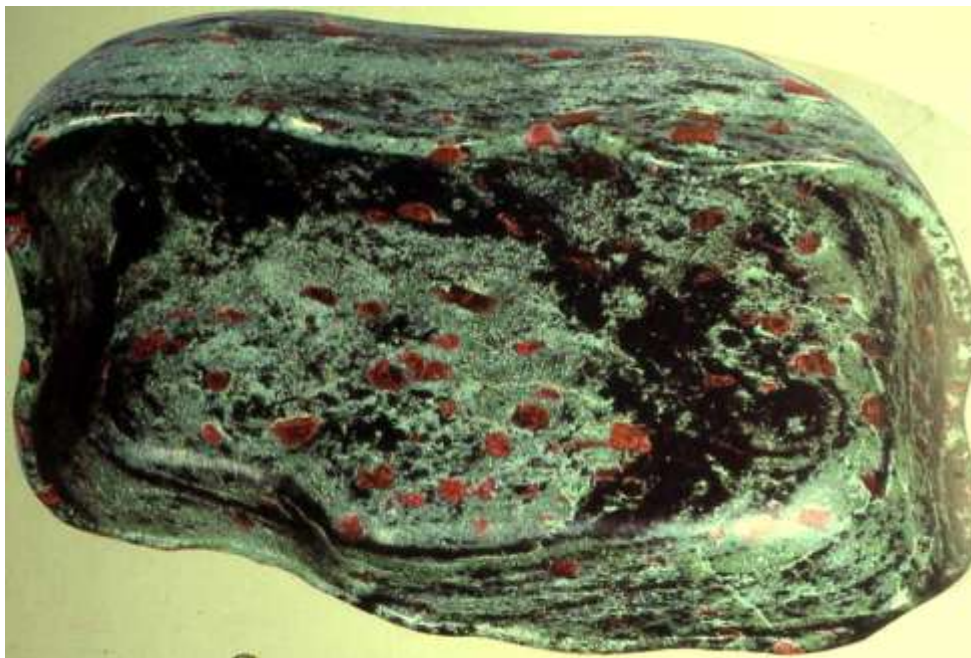
Рубин и
хромпаргасит
в анортите



11 и 7
мм



Амфиболитовая фация высокого давления. Зелёные холмы Африки – Танзания, у горы Килиманджаро



Хромпаргасит – хромцоизитовые ортомфиболиты

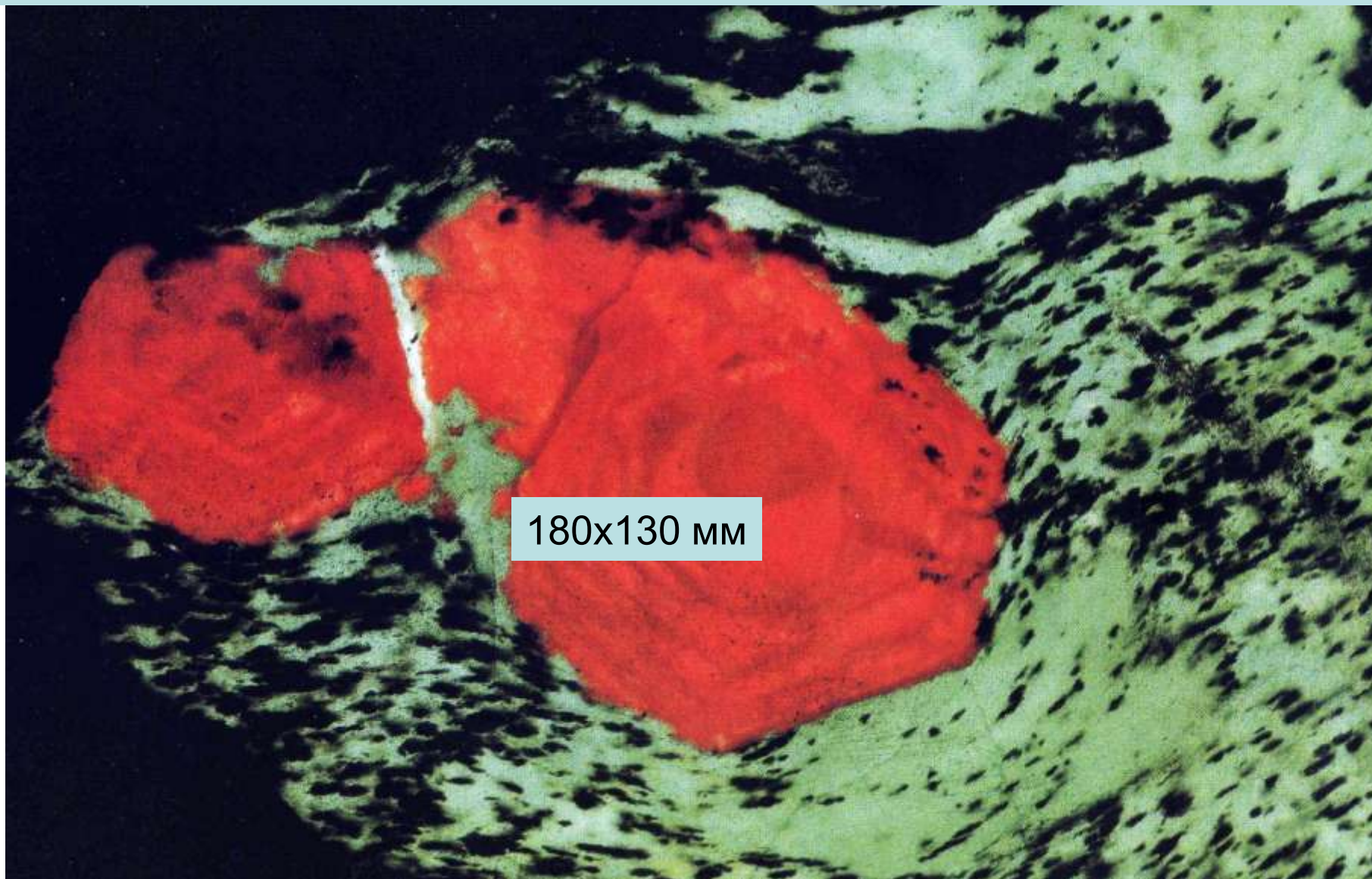


Колл. и фото
Э.М. Спиридонова

169x131 мм

АФ. Рубин в метабазитах. Зелёные холмы Африки – Танзания, у горы Килиманджаро

Хромпаргасит – хромцоизитовые ортомфиболиты



АФ. Рубин в метабазитах. Зелёные холмы Африки – Танзания, у горы Килиманджаро



Хромпаргасит -
хромцоизитовые
ортоамфиболиты

*Ein
sechseck
kristall, D
15 cm, in Zoisit.
Jochen Hintze, Foto: St*

Амфиболитовая фация высокого давления. Зелёные холмы

Африки – Танзания, у горы Килиманджаро

Хромпаргасит – хромцоизитовые ортоамфиболиты

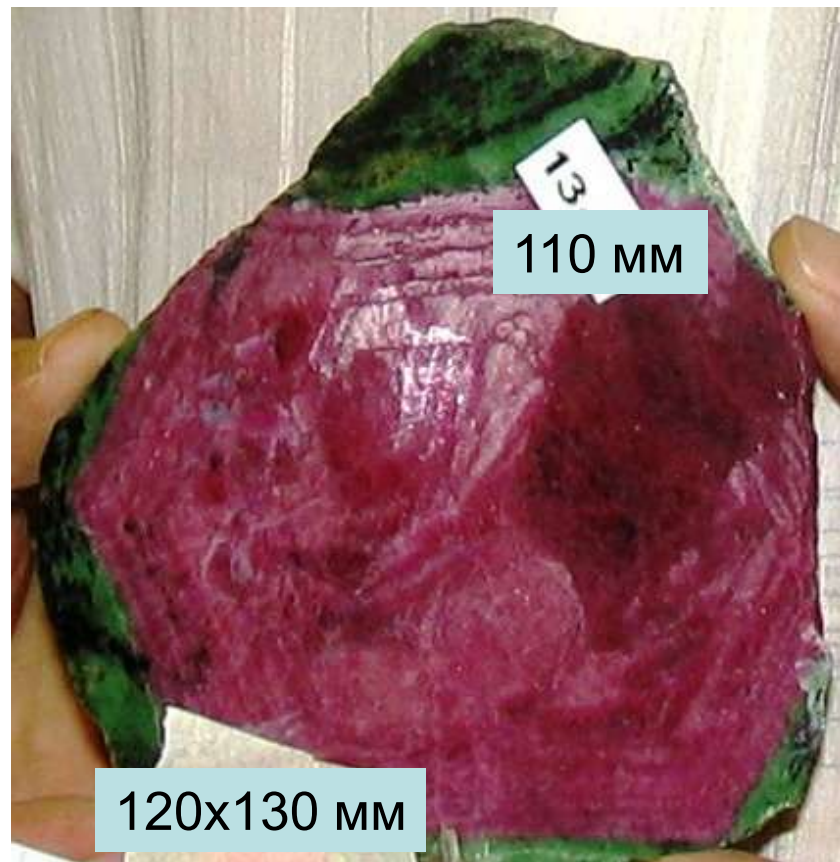
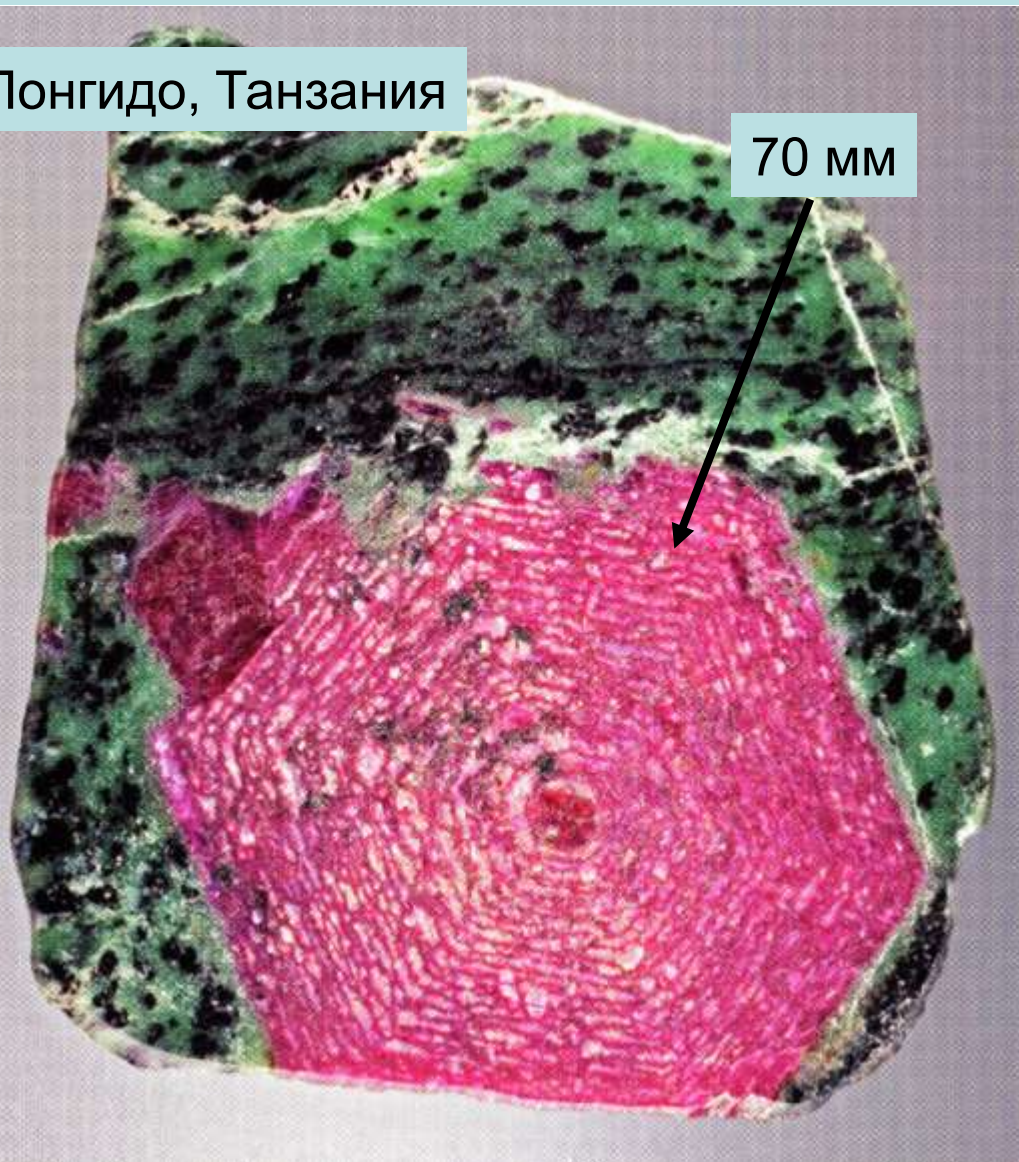


75x49 мм. Колл. и фото Э.М. Спиридонова

АФ. Рубин в метабазитах. Зелёные холмы Африки – Танзания, у горы Килиманджаро

Хромпаргасит – хромцоизитовые ортоамфиболиты

Лонгидо, Танзания



Амфиболитовая фация



Корунд («сапфир»). Штат Мату Гроссу, Бразилия

АФ. Сапфир в гнейсах и кристал. сланцах

Сапфир развит совместно с рубином, а чаще обособленно в метаморфитах амфиболитовой фации повышенного давления в месторождениях Могок (Бирма), на Шри Ланке, близ Морогоро (Танзания). Метаморфогенные корунды содержат сингенетичные включения карбонатов, графита, сфена, турмалина, пирротина, шпинели, брукита, сфалерита... В метаморфогенных корундах $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3 > 3$; $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 = 10-100$ (Соенгадс, 1992 и др.). Окраска голубого сапфира обусловлена главным образом Fe^{3+} с полосами поглощения в УФ области (375, 387 nm) и в близкой к ней области (450, 460, 469 nm).

Amboatohy, Мадагаскар



50 мм

93 мм

Ihosy,
Мадагаскар



Эклогит - глаукофансланцевые образования



Веретенообр. кристаллы в кварц. жилах.

San Jacinto Peak, Riverside County, Калифорния

Гранулитовая фация. Сапфир и рубин

Сапфир и рубин $(Al, Cr, Fe)_2O_3$ распространены в метаморфических комплексах в ядерных частях складчатых областей Индокитая, Гиндукуша, ... среди метаэвапоритов (чаще это доломитовые мраморы). Самые знаменитые месторождения - Ratnapura, Elahera (Шри Ланка) и м-ния Мадагаскара (а также россыпи около них, с массой звёздчатых камней). Известны звёздчатые рубины Индии.

Сапфировая и рубиновая минерализация часто развита в толще доломитовых, кальцитовых и магнезитовых мраморов с прослоями кристаллических сланцев со скаполитом.

Эксперименты показали, что при высокой фугитивности CO_2 шпинель разлагается: $MgAl_2O_4 + CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + MgCO_3$. Вероятно, так образуется рубин в мраморах.

Эксперименты Р.Ю. Орлова показали, что выше $400^{\circ}C$ оксид алюминия заметно мигрирует в водяном паре. То есть при процессах метаморфизма в водонасыщенных средах возможно образование корунда. Для формирования рубина необходимы низкая активность SiO_2 , Fe, K^+ и Na^+ , наличие Cr. Эти условия существуют в метаэвапоритах, метагипербазитах, в некоторых метапелитах и метабазитах.

Гранулитовая фация. Корунд



Кристаллы корунда
до 200 мм.
Индия



Зонально окрашенный
сапфир 10x7 мм.
Цейлон



Жёлтый сапфир 110x55x34 мм.
Ratnapura, Sri Lanka - Цейлон

Гранулитовая фация. Корунд

Корунд – сапфир. Цейлон = Шри Ланка

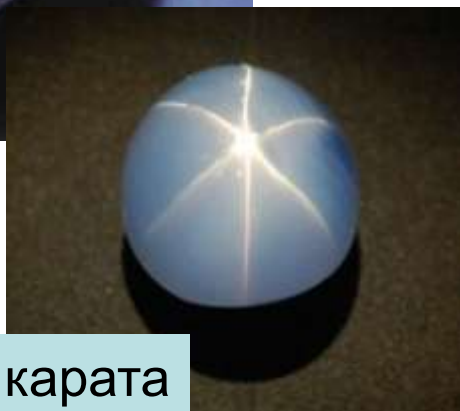


С поперечной
зональностью

Гранулитовая фация. Звёздчатый сапфир с тончайшими иглами распада рутила. Шри Ланка – Цейлон Мадагаскар



25 карат



563 карата



8-6-4 карат.
Провинция Antsiranama,
северный Мадагаскар

**Гранулитовая фация. Звёздчатый рубин
с тончайшими иглами распада рутила.
Шри Ланка - Цейлон**



137 карат



117 карат

Эклогитовая фация сверхвысоких давлений - алмазная фация

Корунд - рубин включений в глубинных алмазах чудовищно богат хромом - до 8 масс. %

