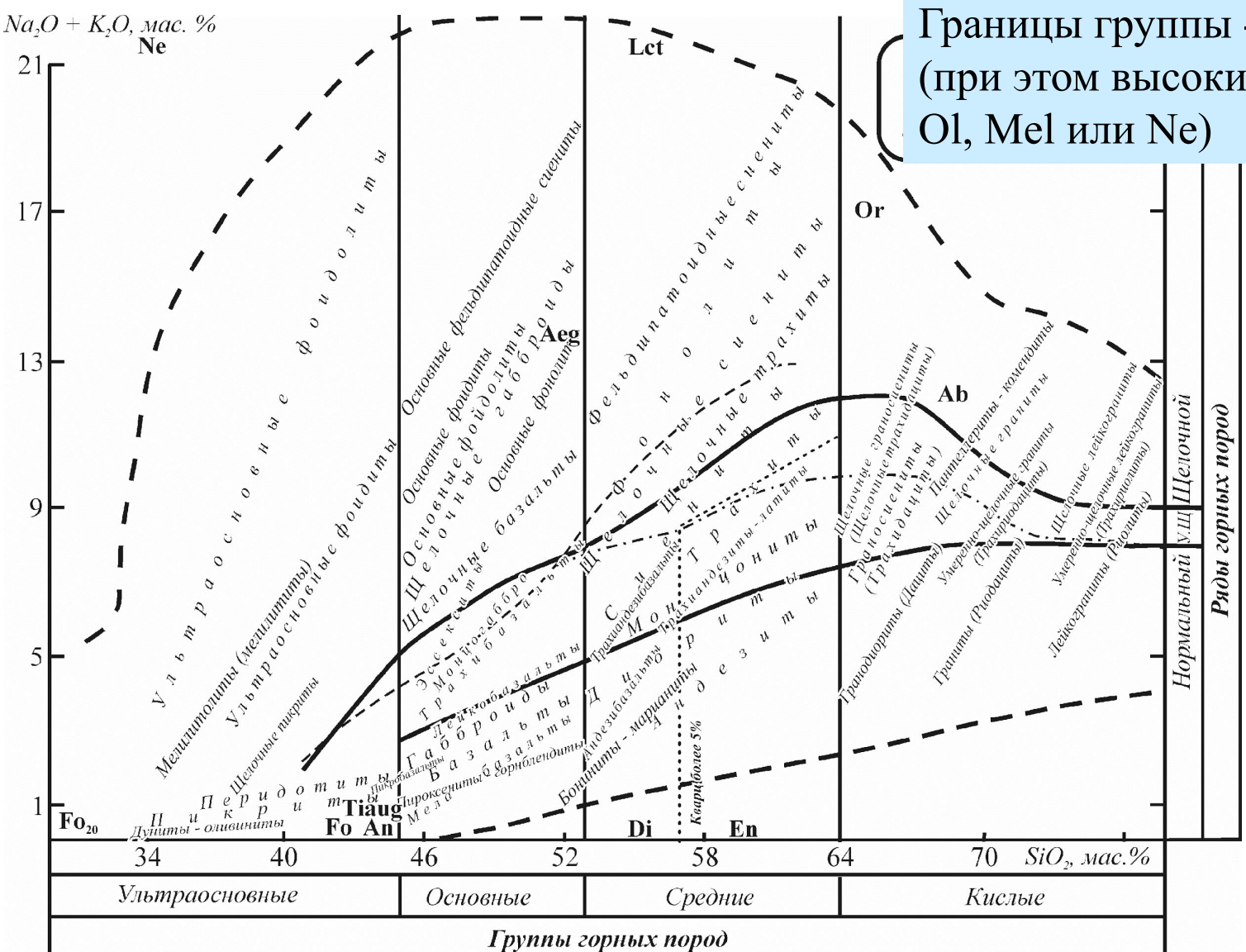


Группа ультраосновных пород

Классификация ультраосновных пород

Границы группы - по $\text{SiO}_2 < 44\%$
(при этом высокие содержания Ol, Mel или Ne)



Нормальный и щелочной
Ряды горных пород

Применение классификации TAS

Классификация TAS должна быть использована, только если порода рассматривается как вулканическая и если минеральная мода не может быть определена в связи с присутствием стекла или мелкозернистостью породы, а химический анализ имеется.

Na₂O+K₂O, вес. %



Щелочной ряд
Класс вулканические
семейство щелочных пикритов
семейство мелилититов
семейство ультраосновных фоидитов
Класс плутонические
семейство мелилитолитов
семейство ультраосновных фоидолитов

Нормальный ряд
Класс вулканические
семейство пикритов
Класс плутонические
семейство перидотитов
семейство дунитов-оливинитов

Минералы ультраосновных пород нормального ряда:
Главные: Ol(#Mg>80) , CPx (Di, Di-Aug, в меймечитах – титанистый авгит), OPx (#Mg>85), Cam (Hbl бурая, в вулканических породах – базальтическая).

Второстепенные: Phl, Grt, Spl, Pl<10%, Chr, Mag.

Акцессорные: перовскит.

Вторичные: Srp, Chl, Act.

Минералы ультраосновных пород щелочного ряда:

Главные: Ol(#Mg>80) , CPx (Di, Di-Aug, титанавгит, Aeg-Aug, Aeg), Cam (Hbl бурая, в вулканических породах – базальтическая, Na и Na-Ca), Mel, F (Ne, Lct, Lct', Nsn, Anc, Ks).

Второстепенные: Phl (Bt), Pl<10%, Fsp, Mag, .

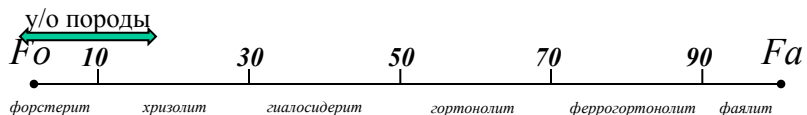
Акцессорные: перовскит, бадделеит.

Вторичные: Srp, Chl, Act.

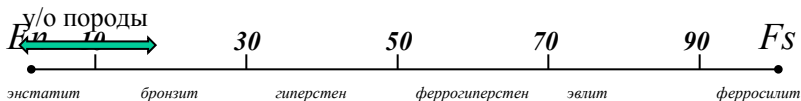
Особенности химизма минералов:

в изоморфных рядах Mg-Fe силикатов присутствуют самые магнезиальные члены: Fo, Du и др.

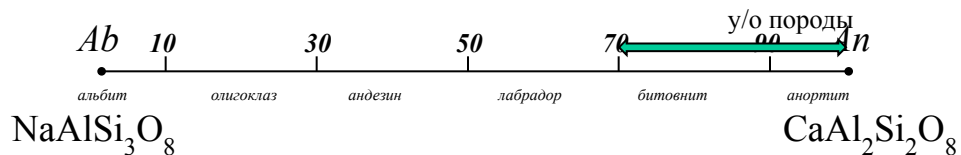
Оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$



Ортопироксен (Orх)
 $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$



Плагиоклаз (Pl)



	Семейство пикритов
1.	<p>пикрит Ol, Cpx ± Hbl, Phl <i>Cpx, Ol, Pl, Hbl, Mag ± стекло</i> Термин используется также для названий гипабиссальных пород</p>
2.	<p>меймечит Ol, Cpx, Mag + стекло</p>
3.	<p>коматиит Ol, Cpx Cpx, Ol, Mag ± Pl, стекло структура <i>спинифекс, часто афировая</i></p>

Семейство пикритов

Пикрит - picrite (горький – греч.) Термин предложен Чермаком в 1866 г. для обозначения эффузивных аналогов перидотитов.

Меймечит (meimechite) - ультраосновная вулканическая порода, содержащая оливиновые фенокристы в основной массе из оливина, клинопироксена, магнетета и стекла. Предложен В. Н. Котульским в 1940 году для вулканитов реки Меймеча Сибирский кратон.

Коматиит (komatiite) - введен в петрологическую литературу братьями М. и Р. Вильён в 1969 году для обозначения высокомагнезиальных вулканических пород архея. Название дано по реке Комати провинция Бабертон (Ю.Африка).

Химический состав
пикритов, мас. %

SiO_2 - 44.0

TiO_2 - 1.5

Al_2O_3 - 9.95

FeO^* - 12.0

MgO - 7.5

CaO - 13.5

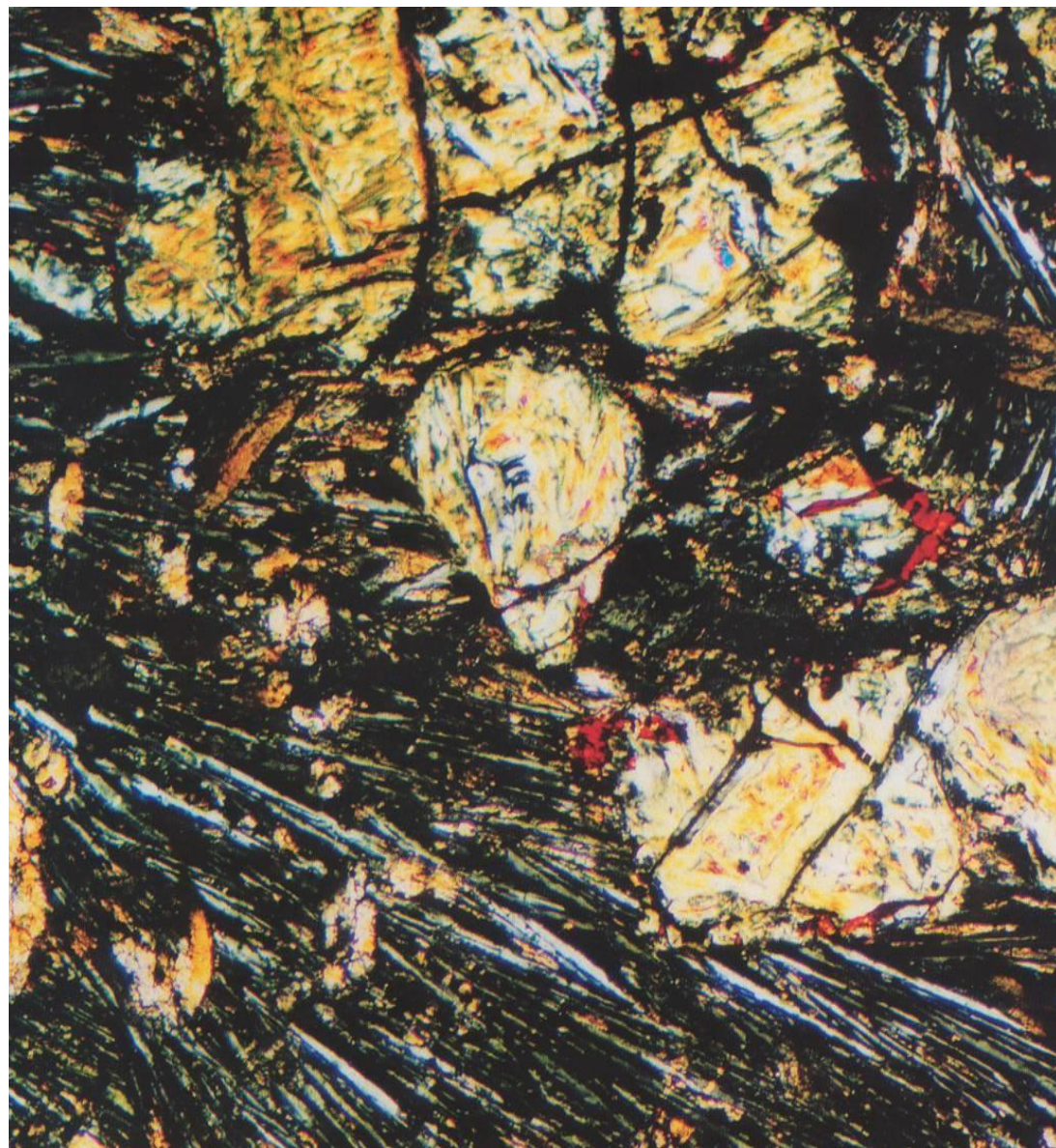
Na_2O - 1.83

K_2O - 0.39

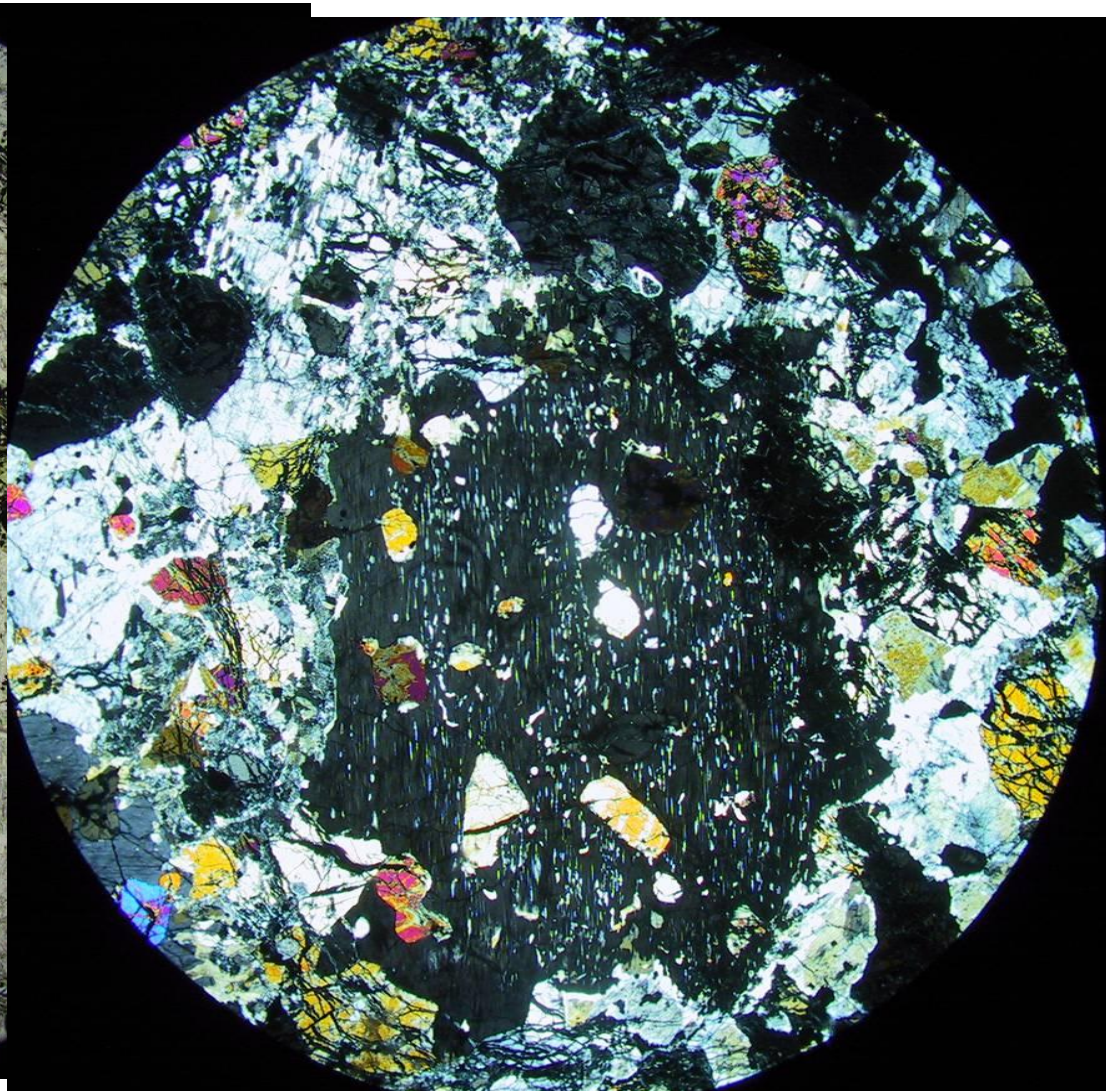
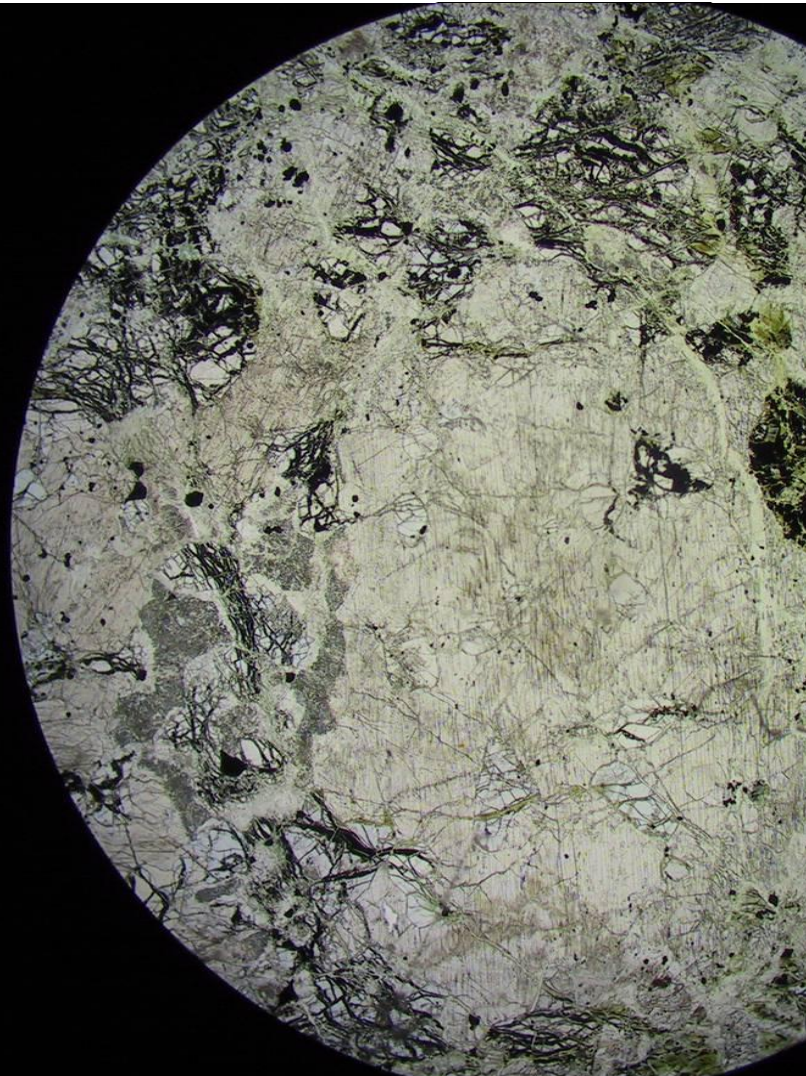
п.п.п. - 6,20

P_2O_5 - 0.13

Сумма 98.20



Структура пикритов пироксен-оливинофировая.





Гипидиоморфная структура. Срх, О1, немного основного Р1 в резко ксеноморфных зернах; $d = 3,5$ мм [Заварицкий, 1961; рис. 104]

Пикрит. Бердяуш, Урал.



Меймечит

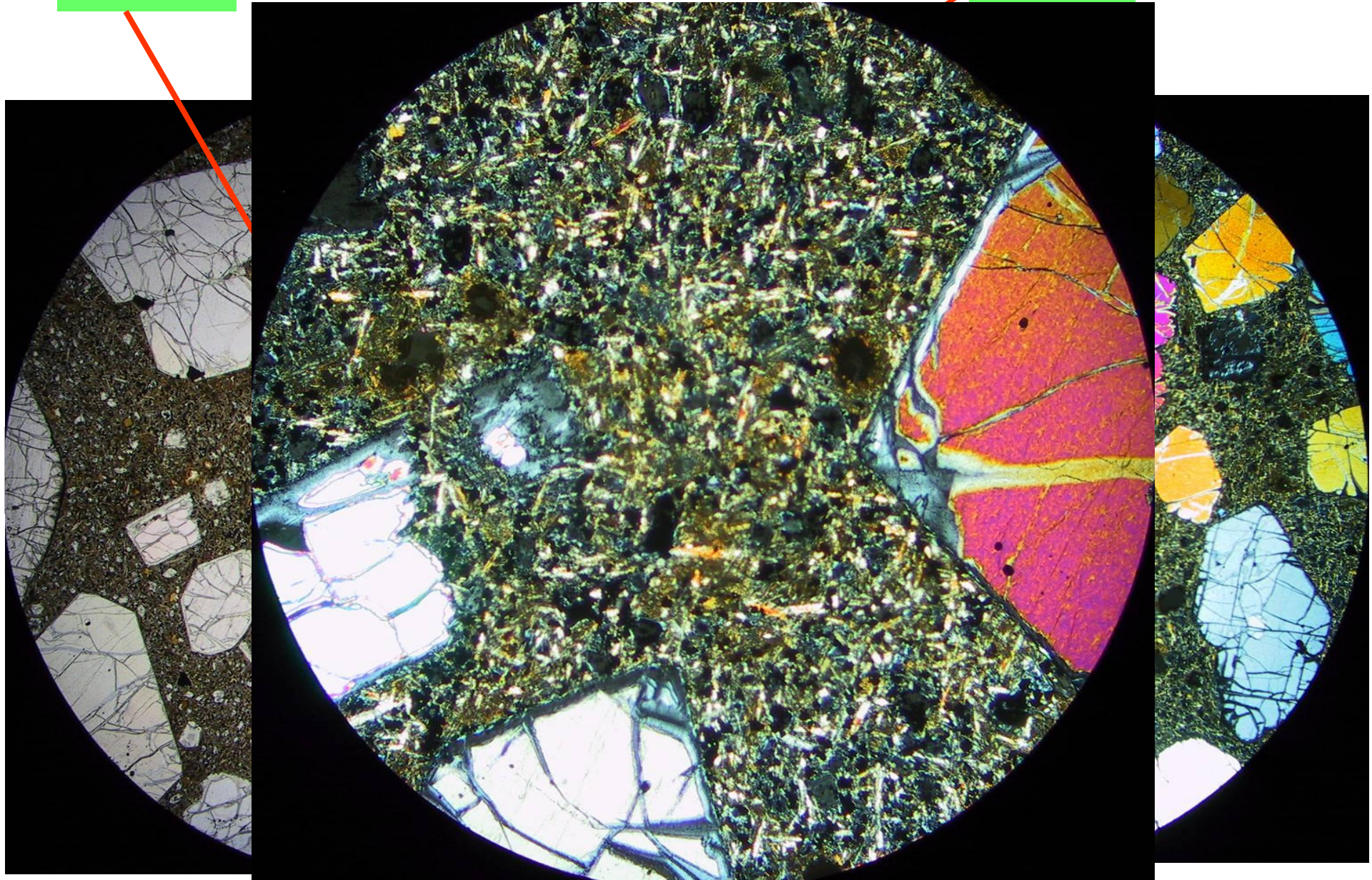
В отличии от пикритов для меймечитов характерно отсутствие модального P1, чрезвычайная обогащенность вкрапленниками O1, кроме того, моноклинный пироксен меймечитов – титанистый авгит, что петрографически выражается в его розоватой окраске.

Структура меймечитов оливинофировая, редкие микровкрапленники Chr и часто обильные заполненные серпентином крупные миндалины. Структура OM – апогиалиновая – стекловатая, обычно сильно разложенная.

Меймечит

Оливин

Стекло



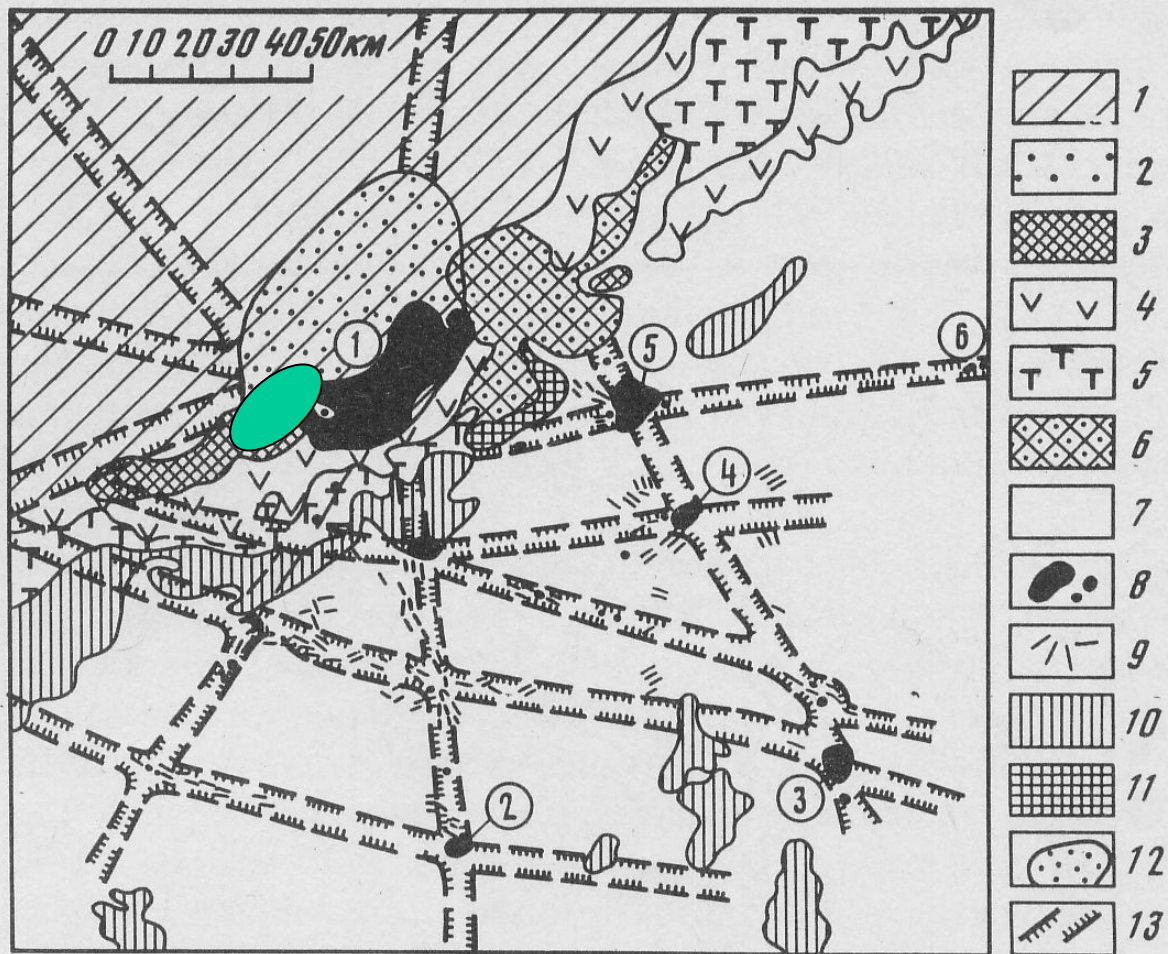


Рис. 74. Схема геологического строения Маймеча-Котуйской магматической провинции (по Л.С. Егорову, с упрощениями)

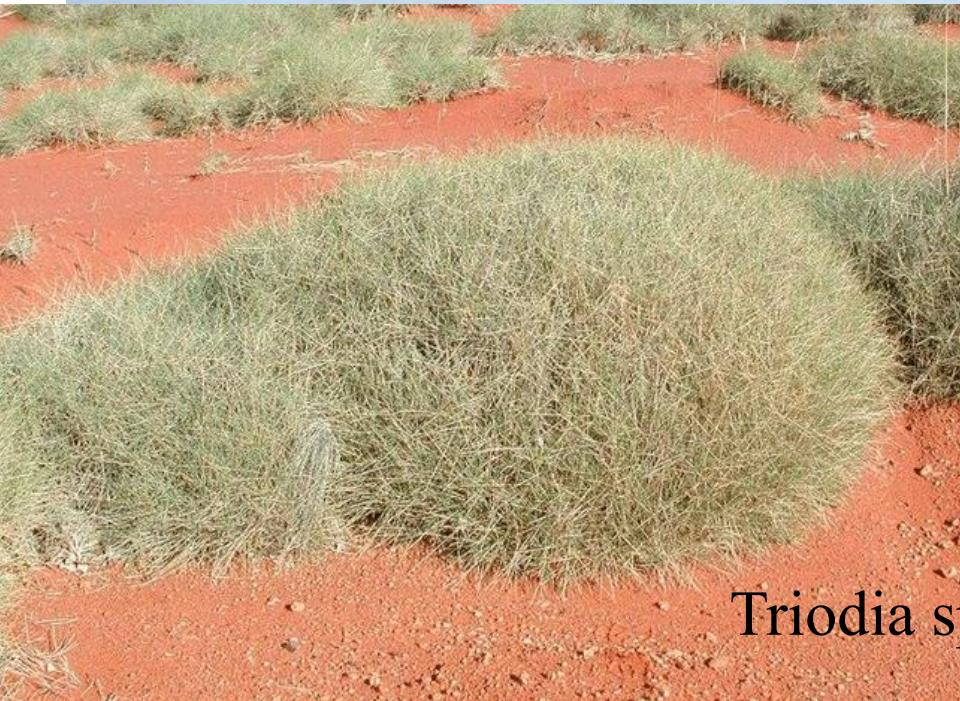
1 — мезо-кайнозойские отложения Хатангской впадины; 2–6 — триасовые вулканогенные толщи: 2 — меймечиты, маймечинская свита, 3 — щелочные базальтоиды, трахиты, андезиты, субщелочные и щелочные пикриты и др., дельканская свита, 4 — базальты, коготокская свита, 5 — базальтовые туфы и туфопесчаники, правобоярская свита, 6 — щелочные базальтоиды, авгититы, субщелочные и щелочные пикриты и др., арыджангская свита; 7 — палеозойские карбонатные и терригенные отложения; 8 — крупнейшие щелочно-ультраосновные интрузивные комплексы (цифры в кружках): 1 — Гулинский, 2 — Бор-Урях, 3 — Маган, 4 — Кугда, 5 — Одихинча, 6 — Немакит; 9 — дайки щелочных и ультраосновных пород; 10 — силлы долеритов; 11 — силлы щелочно-ультраосновных пород; 12 — граница Гулинского массива по геофизическим данным; 13 — зоны глубинных разломов

Коматииты

Среди магматических пород давно были известны полнокристаллические перидотиты, но среди вулканических пород прямых эквивалентов перидотитов не было известно до тех пор, пока в 1969 году братья Морис и Роберт Вильоны не обнаружили в бассейне р. Комати в Южной Африке очень древние лавы (их возраст составляет около 3,6 млрд лет), которые по химическому и минеральному составам приближаются к перидотиту. Эти лавы были названы коматиитами. Позднее такие же породы были обнаружены в Канаде, Австралии, Финляндии, России и других странах. Всюду их возраст оказался древнее 2,5-2,6 млрд лет, таким образом, коматииты являются характерными продуктами извержений, происходивших в архее. Коматииты залегают в виде потоков мощностью 0,5-20 м в основании толщ, слагающих архейские зеленокаменные пояса.

Богатые MgO лавы со структурой спинифекс описаны не только среди архейских, но и более молодых вулканических пород. Лавы такого строения обнаружены, например, на острове Горгона у берегов Колумбии, где они образовались 150 млн лет тому назад. Однако в этих и других поздних лавах обнаружены существенные геохимические отличия от древних коматиитов, которые, таким образом, характерны только для архея.

Коматииты состоят из относительно крупных кристаллов оливина (преобладают), пироксена и зерен хромита, которые погружены в вулканическое стекло, полностью замещенное агрегатом вторичных минералов. Характерна необычная структура этих пород, получившая название "спинифекс". В отличие от более или менее изометричных кристаллов оливина, типичных для других пород, коматииты содержат тонкие и сильно вытянутые пластинчатые кристаллы оливина (иногда пироксена), их толщина не превышает 1-2 мм, а длина может достигать десятков сантиметров. Кристаллы образуют параллельные пакеты или пересекаются под разными углами, напоминая по форме листья травы *Triodia spinifex*, растущей в Австралии.



Triodia spinifex



Large plate olivines in parallel groups in komatiite. Munro Township.

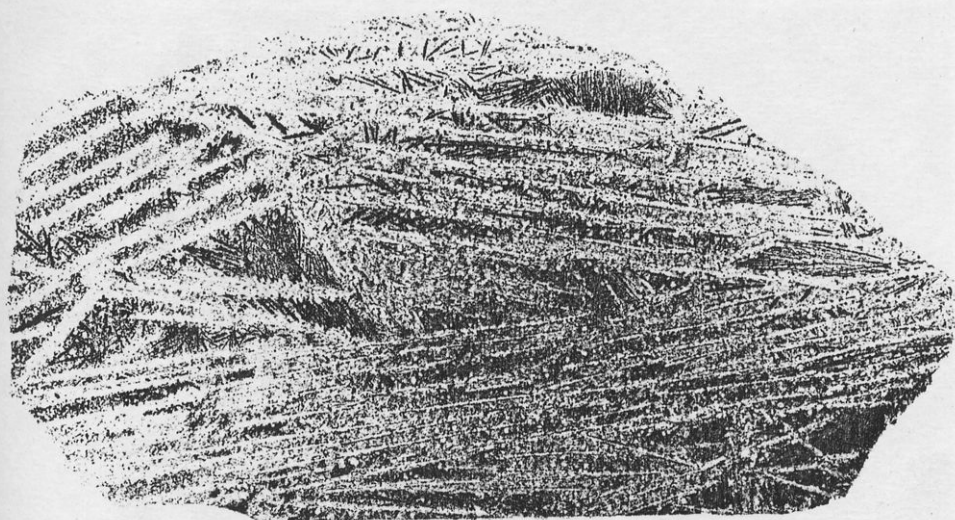


Figure 16.3 Thin section of komatiite: rectangular and polygonal areas between parallel growths of olivine are filled with elongate clinopyroxene and devitrified glass.

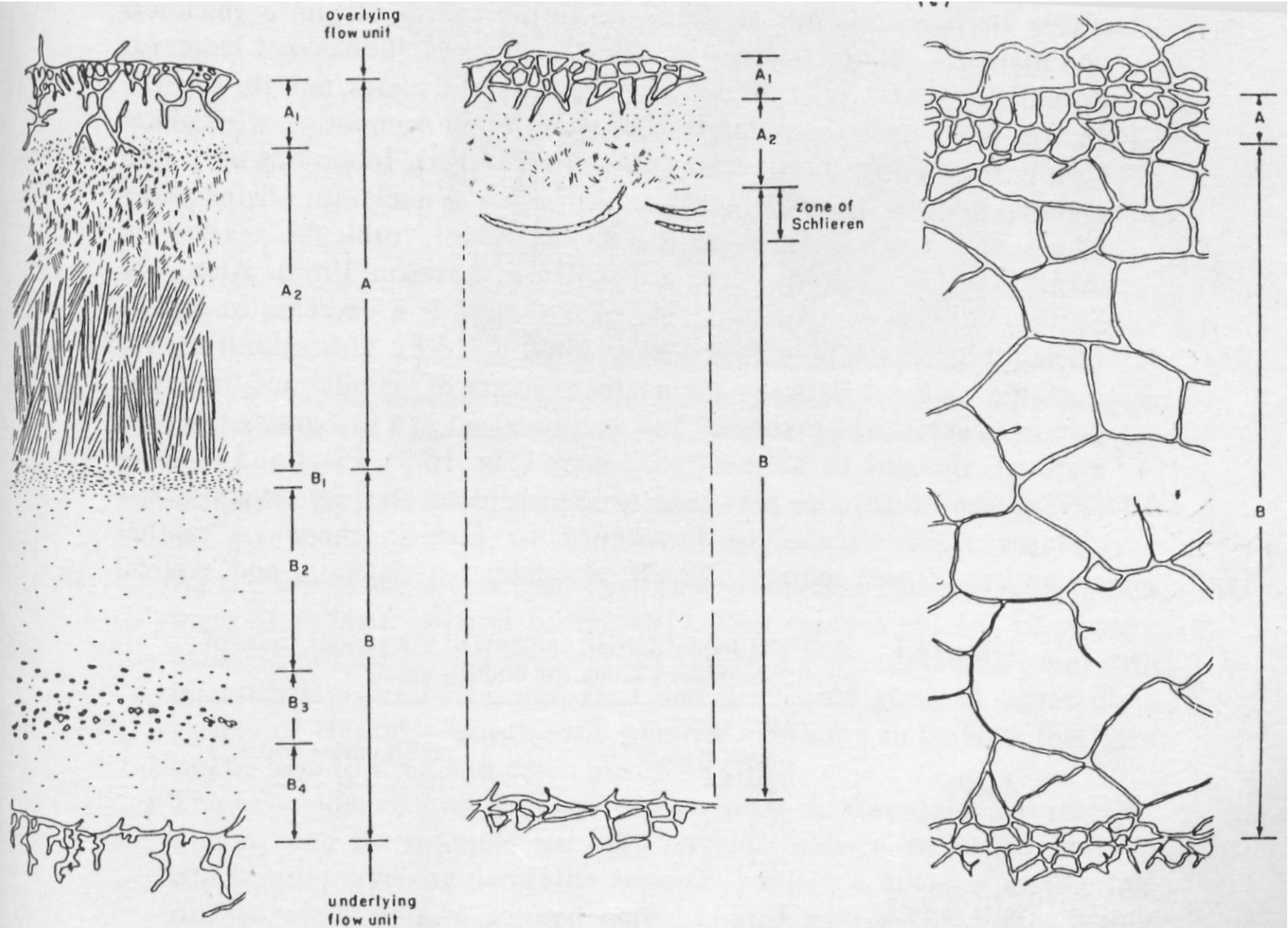


Figure 16.8 Textural variation in komatiite cooling units shown by olivine crystal shapes and arrangements. (a) unit with a thick spinifex-textured zone; (b) unit with thin spinifex zone; (c) unit with no spinifex texture. Sub-zones are described in the text. (Reproduced from Arndt *et al.* 1977.)

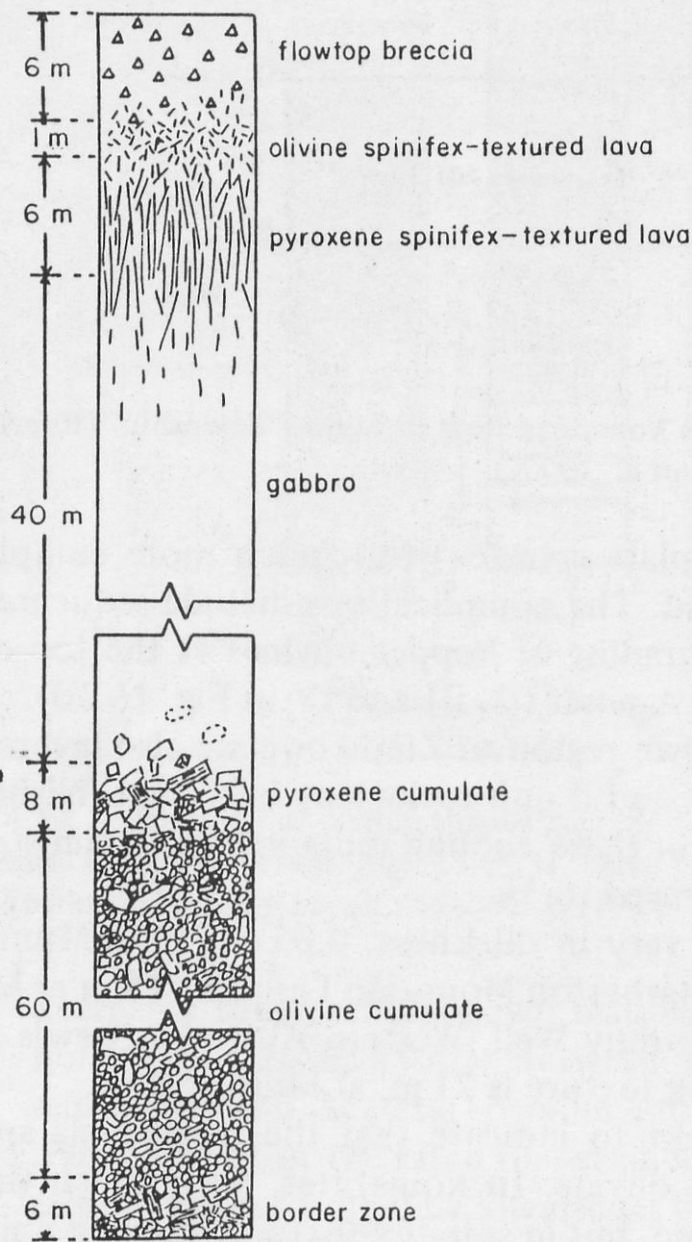


Figure 16.12 Textural variation in 'pyroxenitic' flow, Munro Township. (Reproduced from Arndt *et al.* 1977.)

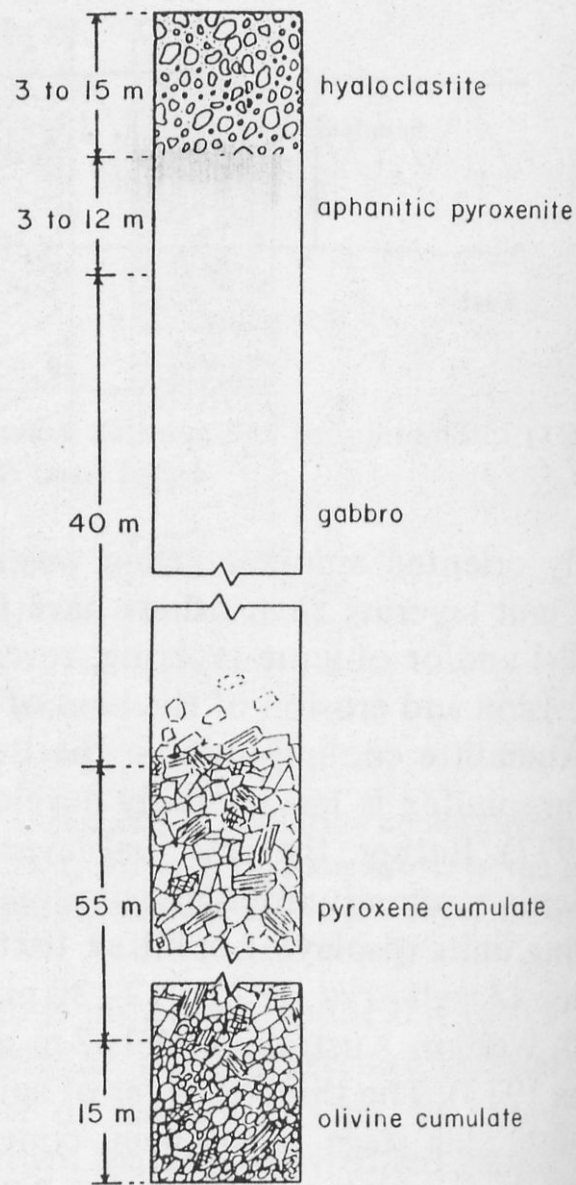


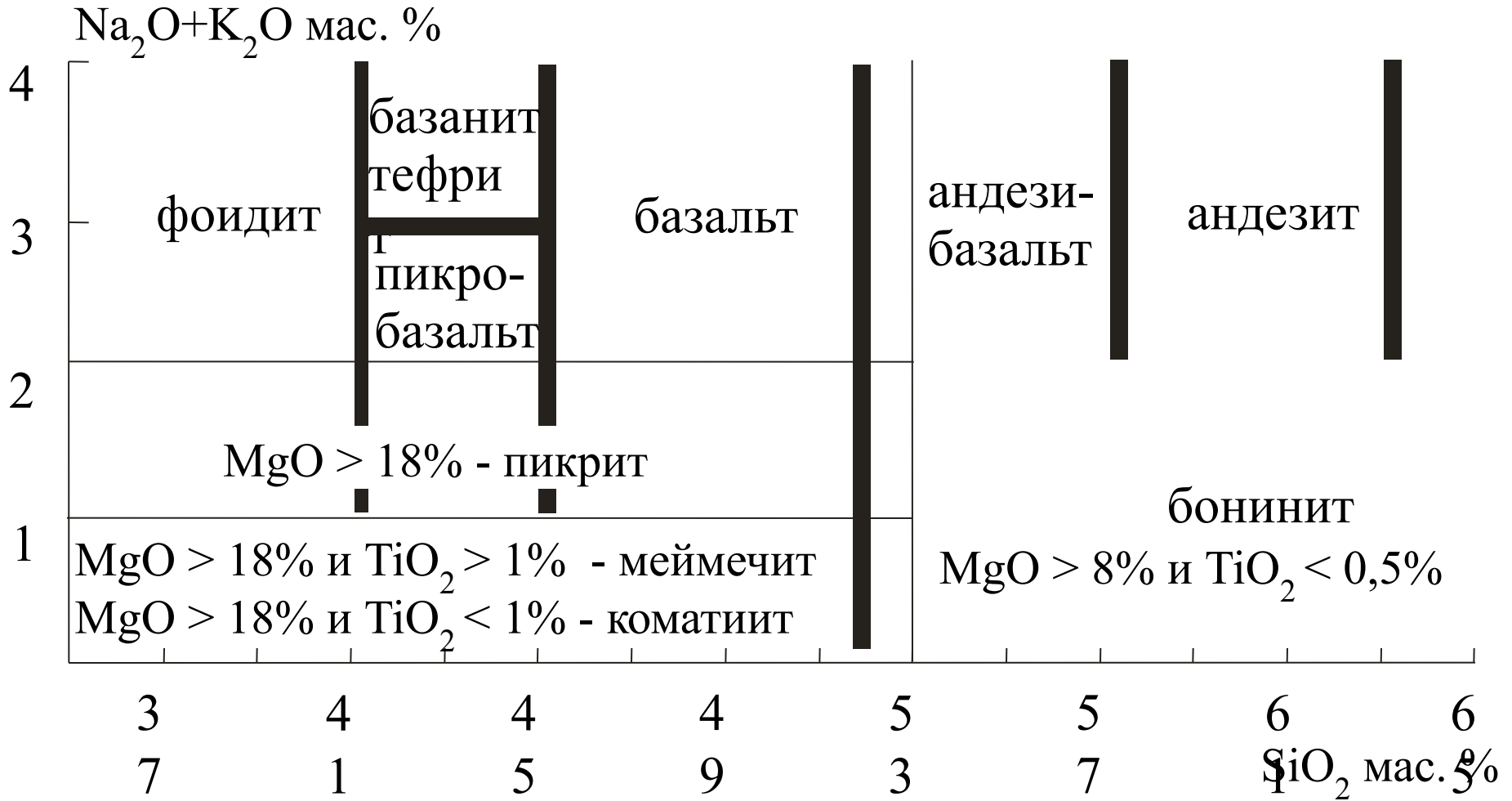
Figure 16.13 Textural variation in tholeiite flow, Munro Township. (Reproduced from Arndt *et al.* 1977.)

Эксперименты по плавлению перидотитов при разном давлении показали, что коматиитовые магмы зарождались при частичном плавлении мантийного вещества на глубинах не менее 100-200 км. При этом доля возникающей жидкой фазы могла достигать 40-50 об. % исходного материала. Коматииты, содержащие 20-40 мас. % MgO, являются самыми тугоплавкими вулканическими породами, известными на Земле. Начальная температура коматиитового расплава достигала 1800°C, а равновесная температура затвердевания была не ниже 1600°C. Столь горячий расплав, изливаясь на морское дно, сразу же попадал в условия глубокого переохлаждения, что приводило к быстрому росту вытянутых скелетных кристаллов. Согласно расчетам (Huppert, Sparks, 1985), вязкость коматиитового расплава составляла 0,1-10 Па*с, что на 1-2 порядка ниже вязкости базальтовой магмы и всего лишь примерно в сто раз выше вязкости воды при комнатной температуре. Обладая такой низкой вязкостью, коматиитовая магма весьма подвижна, скорость ее подъема оценивается в 1-10 м/с, а скорость горизонтального растекания в виде лав 0,5-100 м²/с. При этом течение расплава должно было быть турбулентным.

Излияния высокотемпературных коматиитовых лав в архее и их отсутствие в более позднее время подтверждают теоретические модели, согласно которым в начале геологической истории Земли верхняя мантия была более нагретой, чем в последующее время.

Международная номенклатура

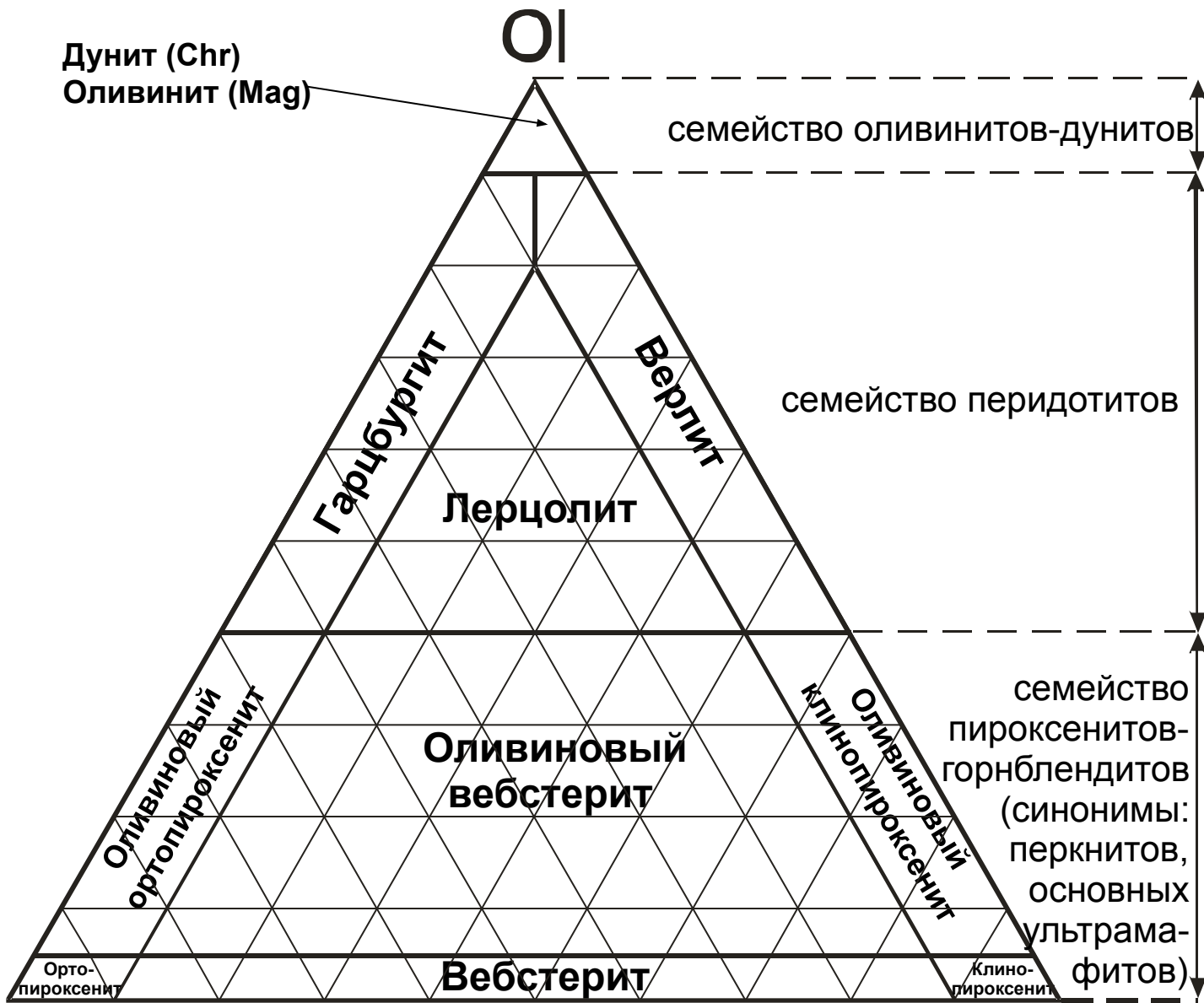
ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД



Плутонические породы нормального ряда

	$Ol_{6-20}, Orx_{10-15}, Cpx (Di, Di-Aug) \pm Pl, Sp, Gr, Hbl, Mt, Chr$
	Семейство оливинитов-дунитов
1.	Оливинит ($Ol_{90-100}, Orx+Cpx < 10\%; Mt$)
2.	Дунит ($Ol_{90-100}, Orx+Cpx < 10\%; Chr$)
1-2, 1-3	Pl (<10%), Sp, Gr (> 5%) плагиоклазовые, шпинелевые, гранатовые дуниты (оливиниты)
	Семейство перидотитов
1.	Гарцбургит (Ol_{40-90}, Orx_{10-60})
2.	Верлит (Ol_{40-90}, Cpx_{10-60})
3.	Лерцолит ($Ol_{40-90}, Cpx+Orx_{10-60}$)
3.1-3	Плагиоклазовые, шпинелевые, гранатовые перидотиты
4.	Роговообманковые перидотит ($Ol_{40-90}, Orx+Cpx_{5-55\%}, Hbl_{5-55\%}$)
4.1.	шрисгеймит ($Cpx > Orx$)
4.2.	кортландит ($Orx > Cpx$)

Классификация и номенклатура ультрамафитовых пород



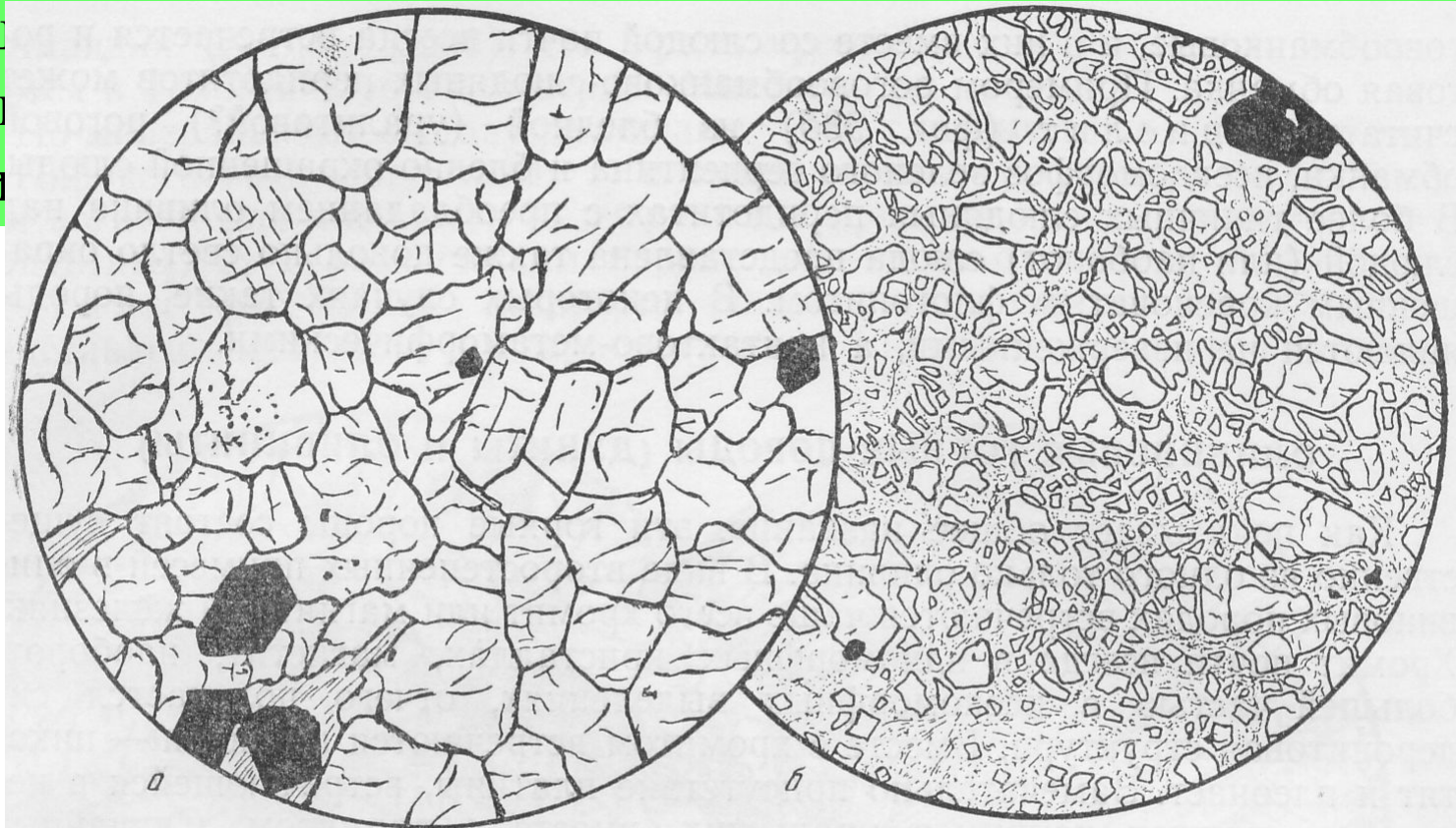
Орх

Срх

Семейство оливинитов - дунитов

Дунит (dunite) - ультраосновная плутоническая порода

состоящая из
Назван по
У оливи

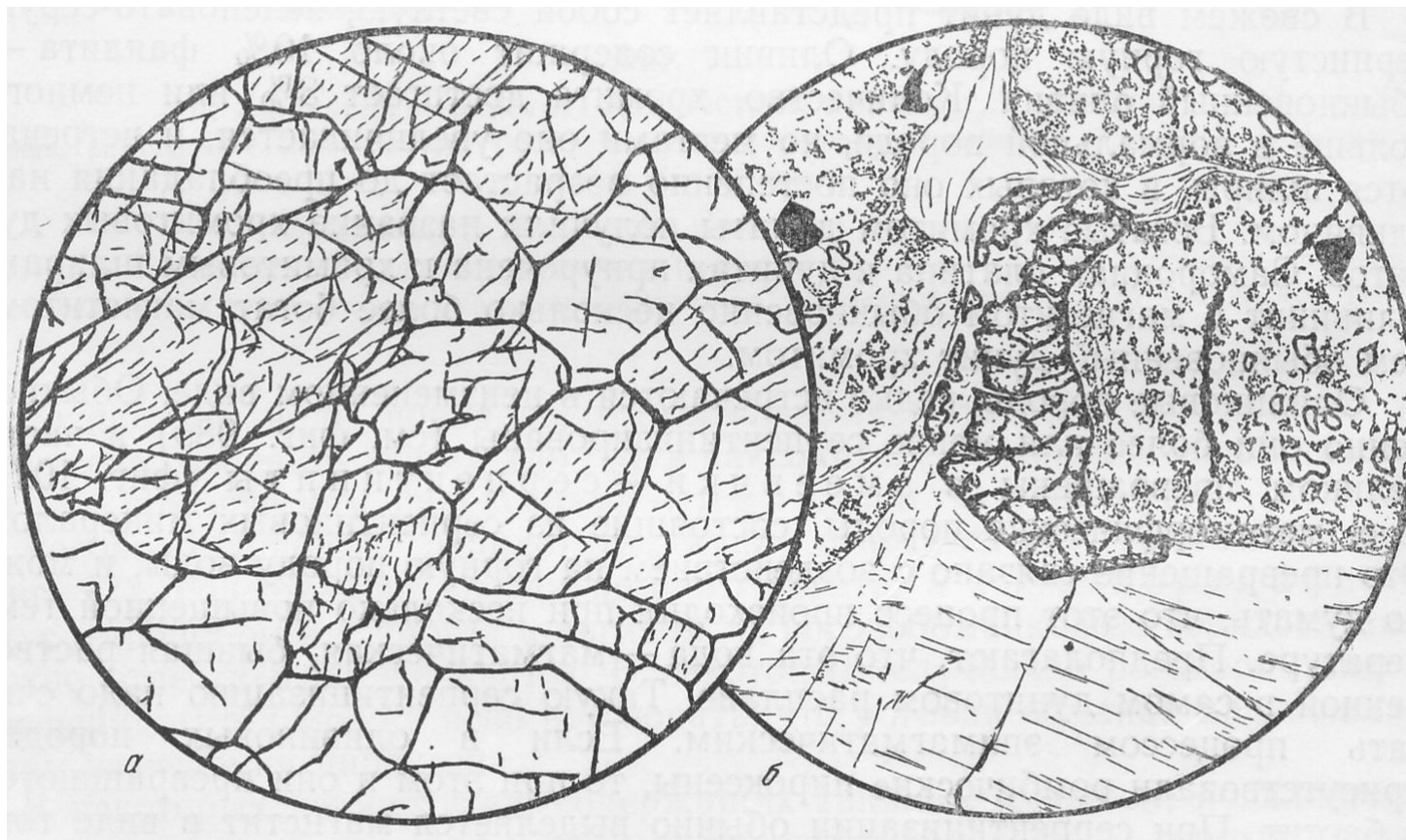


а. Дунит. Конгорское ущелье. Рай-Из, Урал

Оливин, отдельные зерна хромита. Внизу около них табличка хлорита. Панидиоморфнозернистая структура; $d=4,7$ мм, по А.Н. Заварицкому, 1932

б. Серпентинизированный дунит. Исовский район, Урал.

Остатки оливина в массе серпентинита. Так называемая «петельчатая структура». Вверху зерно хромита; $d=4$ мм. По Половинкиной и др., 1948

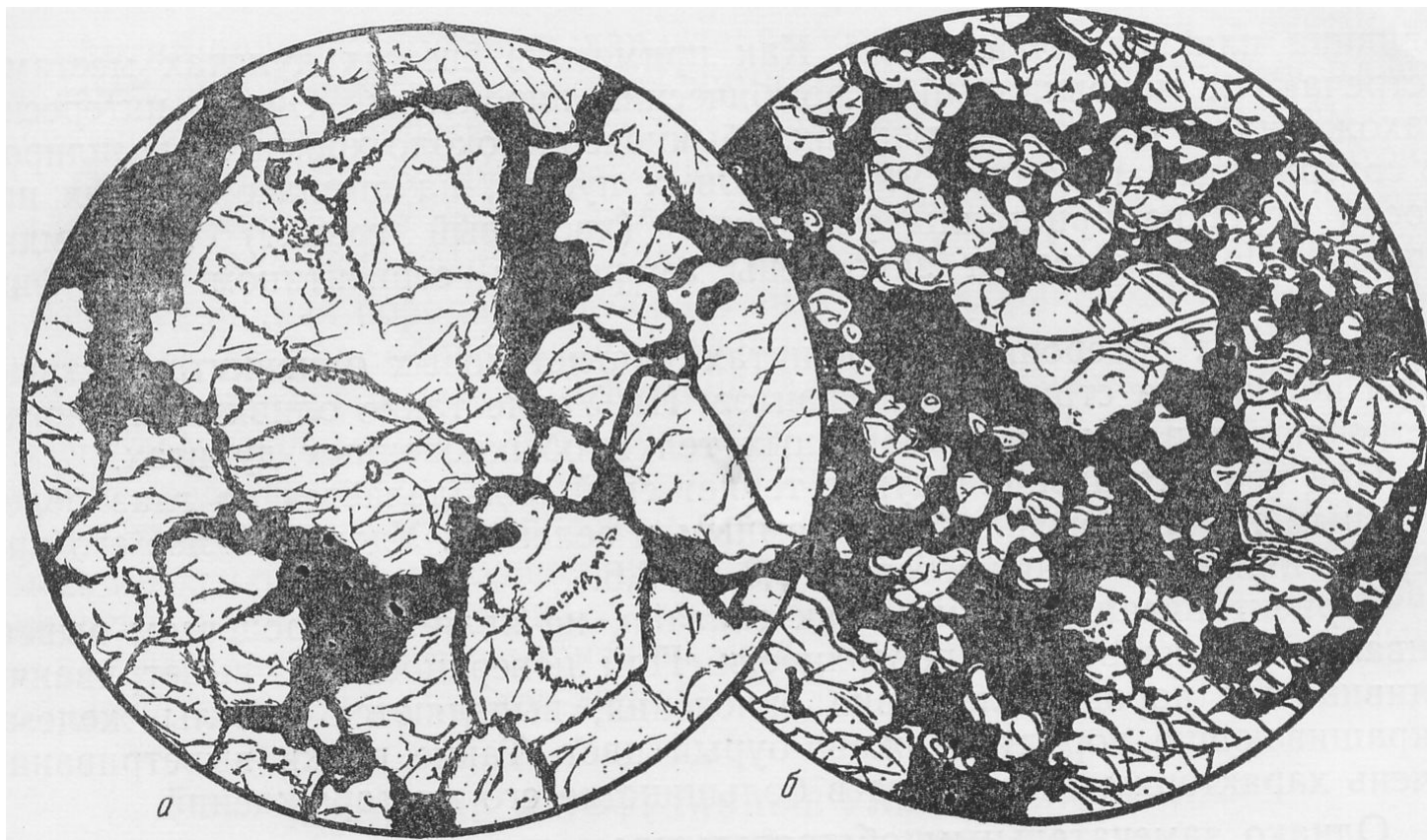


а. Дунит. Соловьева гора. Н-Тагильский район, Урал (с глубины 500 м)

Мономинеральная порода, состоящая из одного оливина. Типичная панидиоморфнозернистая структура; $d=4,7$ мм

б. Кристалл ярко-зеленого уваровита, нарастающий на кристалл оливина в миаролитовой пустоте в дунитах Соловьевой горы, Урал.

Оливин сильно серпентинизирован; миаролитовая пустота также заполнена серпентином, частично замещающем и уваровит; $d=5,6$ мм.



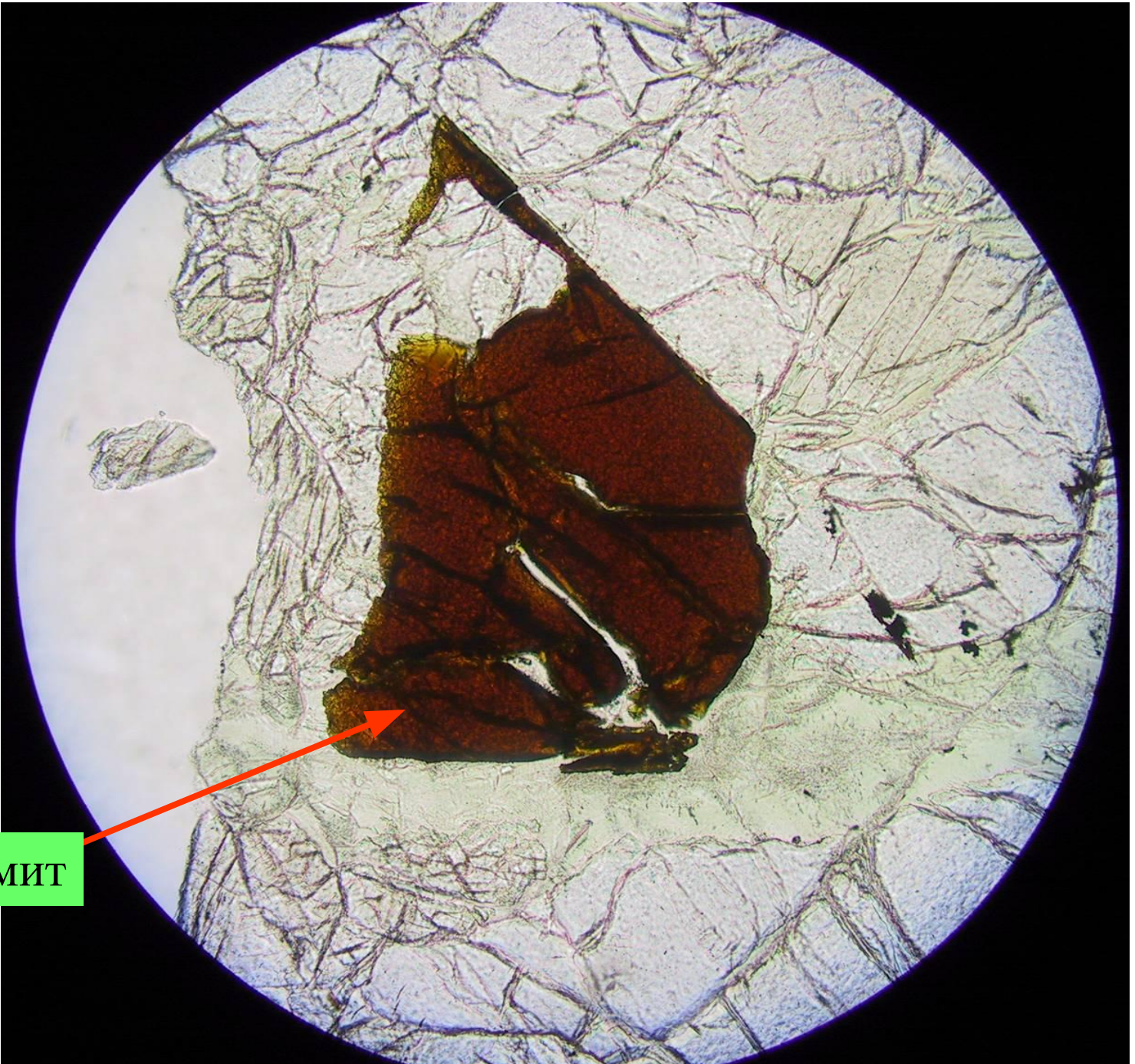
а. Магнетитовый оливинит. Павдинский район, Северный Урал

Типичная сидеронитовая структура. Титаномagnetит как бы цементирует зерна оливина; $d=4,7$ мм.
По Дюпарку и Гроссэ, 1916.

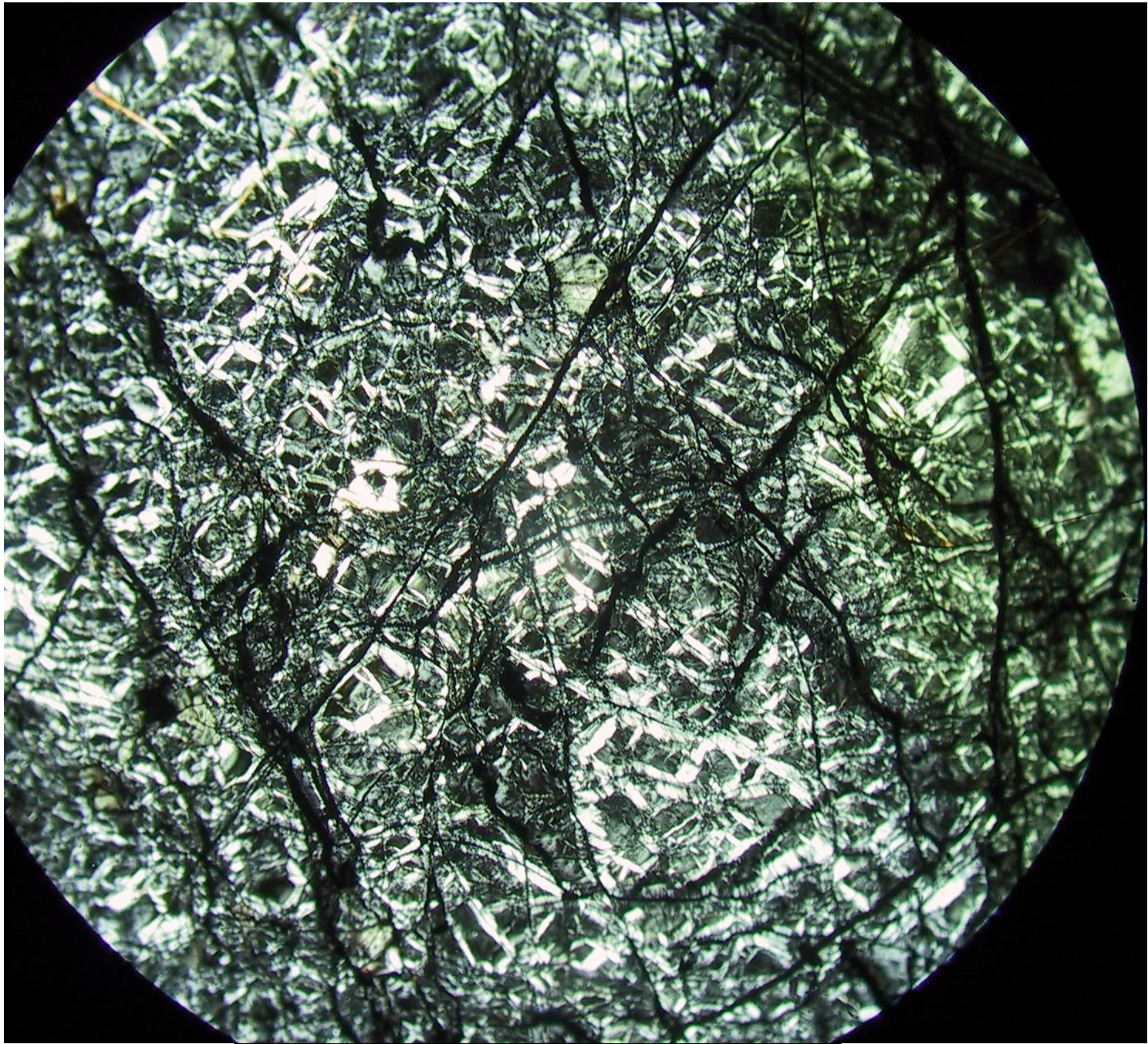
б. То же . Исовский район, Урал.

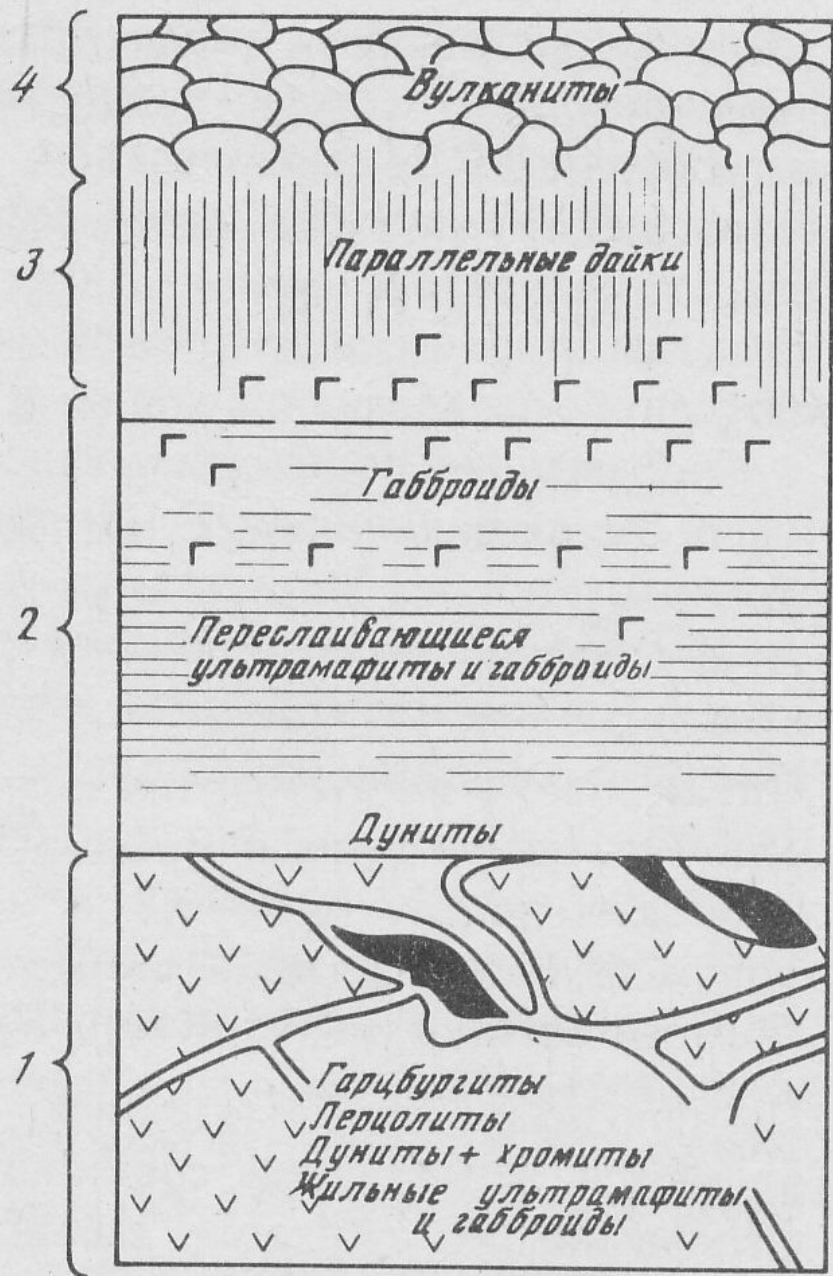
Оливин сильно серпентинизирован; миаролитовая пустота также заполнена серпентином, частично замещающем и уваровит; $d=5,3$ мм.

По Высоцкому, 1913.



Хромит





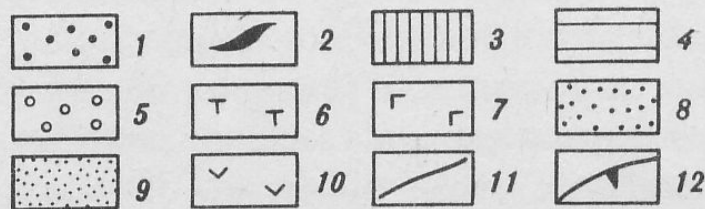
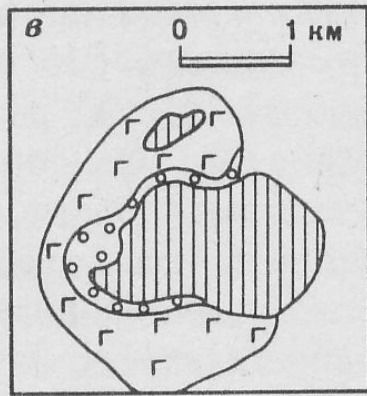
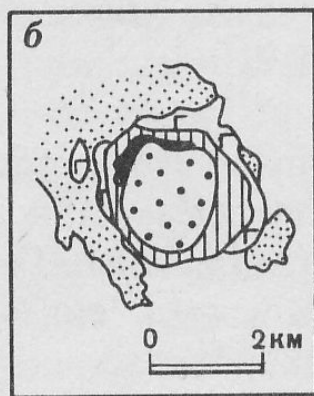
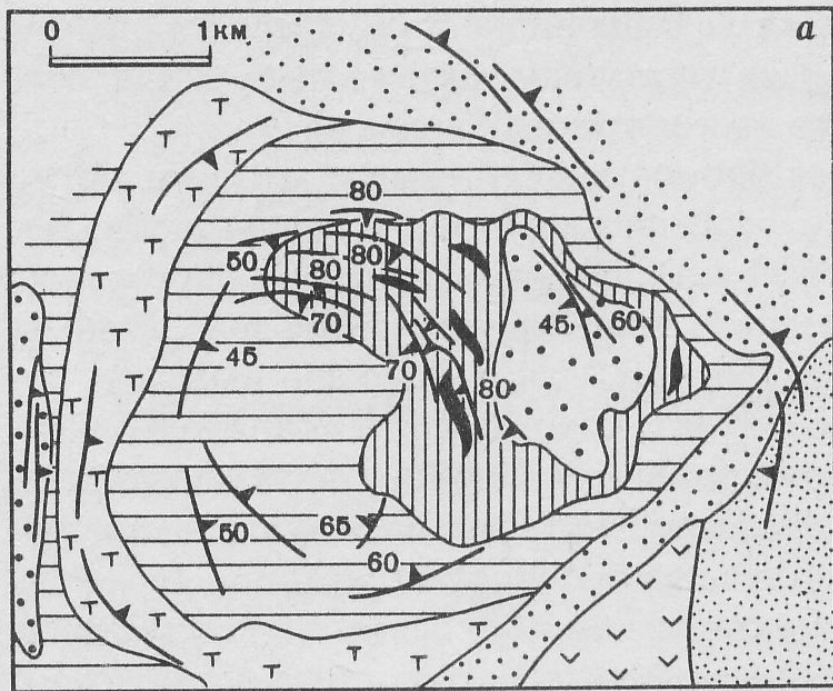
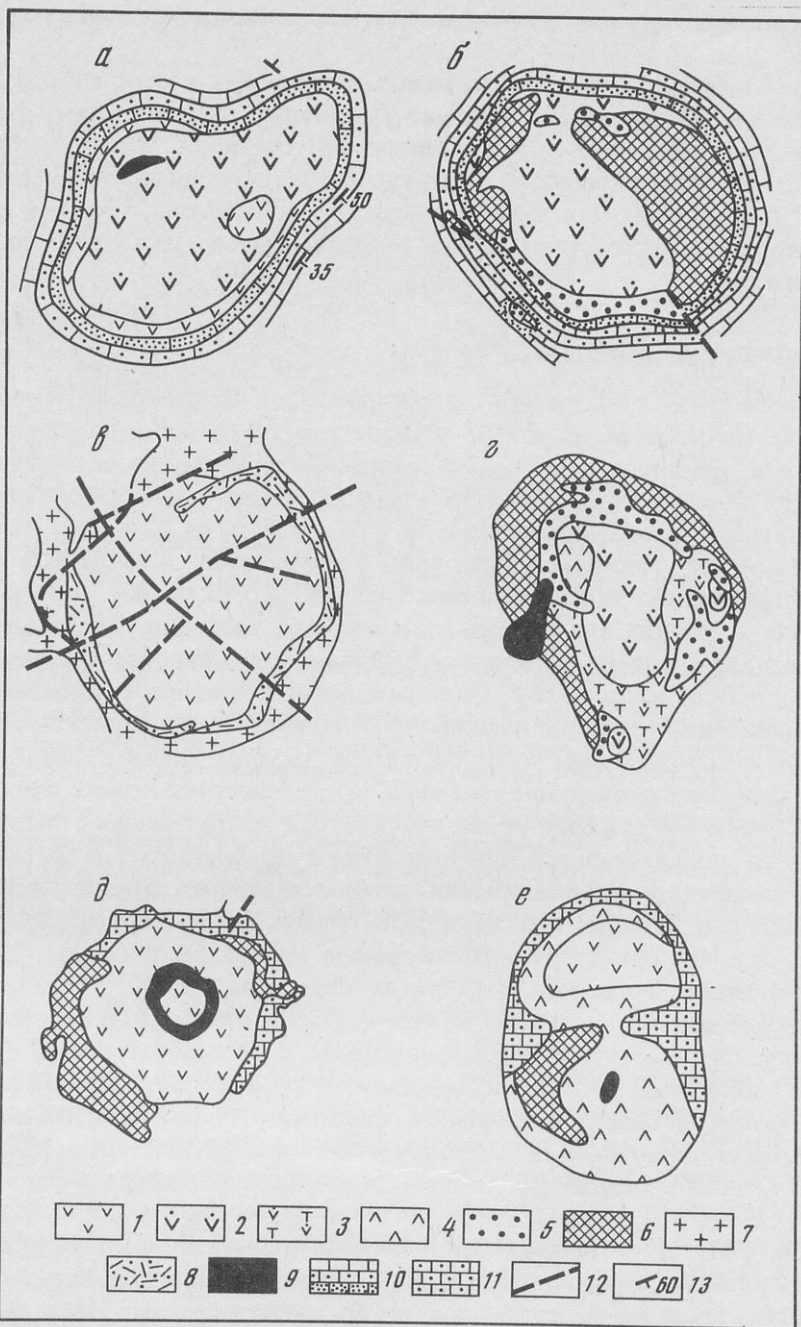


Схема строения Косьвинского блока Кыштымского массива (а), массивов Блашке-Айлендс (б) и Перси-Айленд (в) (Воробьева и др., 1962, Ефимов, Ефимова, 1967, Тейлор, Нобл, 1973)
 1 – дуниты, 2 – оливиниты и верлиты, 3 – оливиновые клинопироксениты, 4 – клинопироксениты и рудные пироксениты, 5 – роговообманковые пироксениты, 6 – тылаиты, 7 – габбронориты, габбро, нориты, 8 – роговики и диафторированные роговики, 9 – амфиболиты, 10 – зеленые сланцы, 10 – геологические границы, 11 – тектонические нарушения, 12 – элементы залегания расслоенности.

Щелочно-ультраосновные массивы Сибирского кратона



Строение щелочно-ультраосновных интрузивных комплексов Бор-Урях (а), Кугда (б), Инагли (в), Ковдор (г), Шава (д), Якупиранга (е) (по Ю.Р. Васильеву с использованием данных А. А. Кухаренко и др. исследователей)

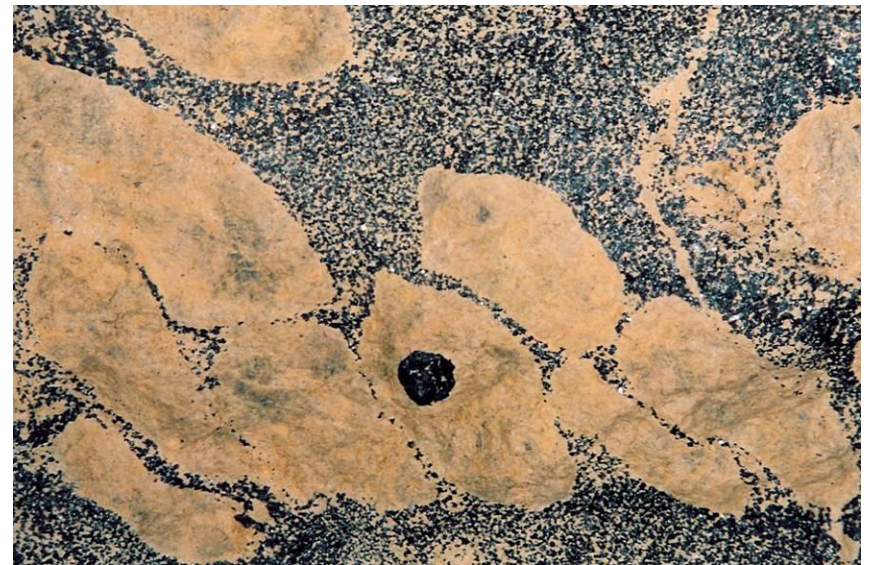
1 – дуниты и перидотиты, 2 – оливиниты, 3 – зона флогопитизации в оливинитах, 4 – клинопироксениты и якупирангиты, 5 – милилитовые породы, 6 – уртиты, ийолиты и мельтейгиты, 7 – щелочные сиениты (пуласкиты и др.), 8 – щелочные габброиды, 9 – карбонатиты, 10 – вмещающие породы, 11 – термально метаморфизованные породы и фениты, 12 – разрывные нарушения, 13 – элементы залегания вмещающих пород.

Для массивов характерно зональное строение с дунит-оливинитовым ядром и щелочной периферией.

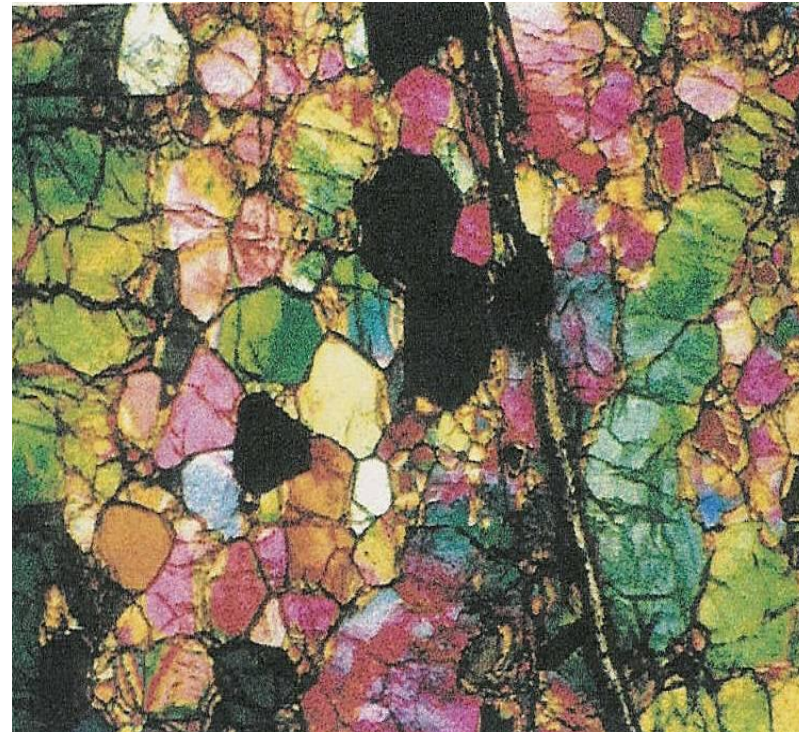
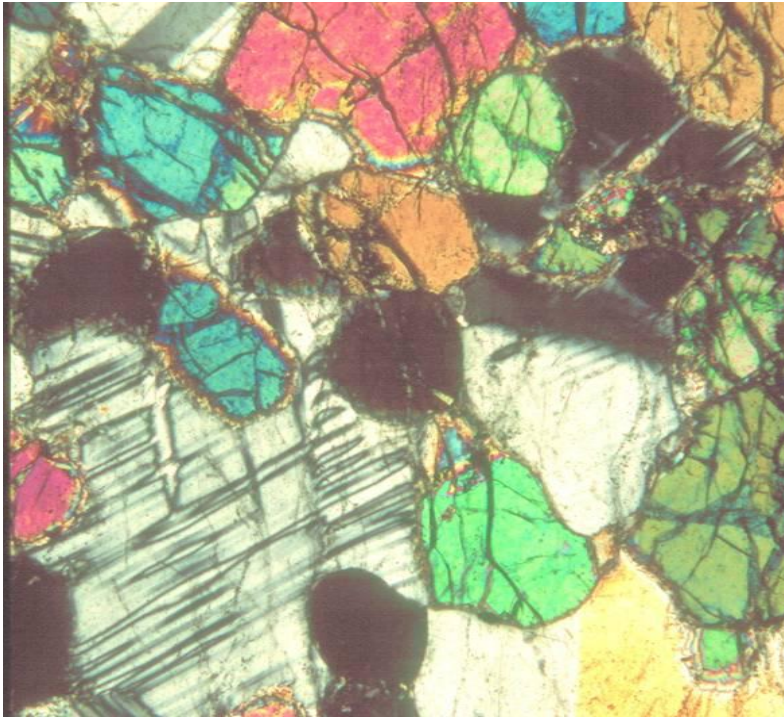
Подформные хромититы, связанные с дунитами



Слоистые и нодулярные хромититы



Гарцбургиты и дуниты в офиолитах Luobusa



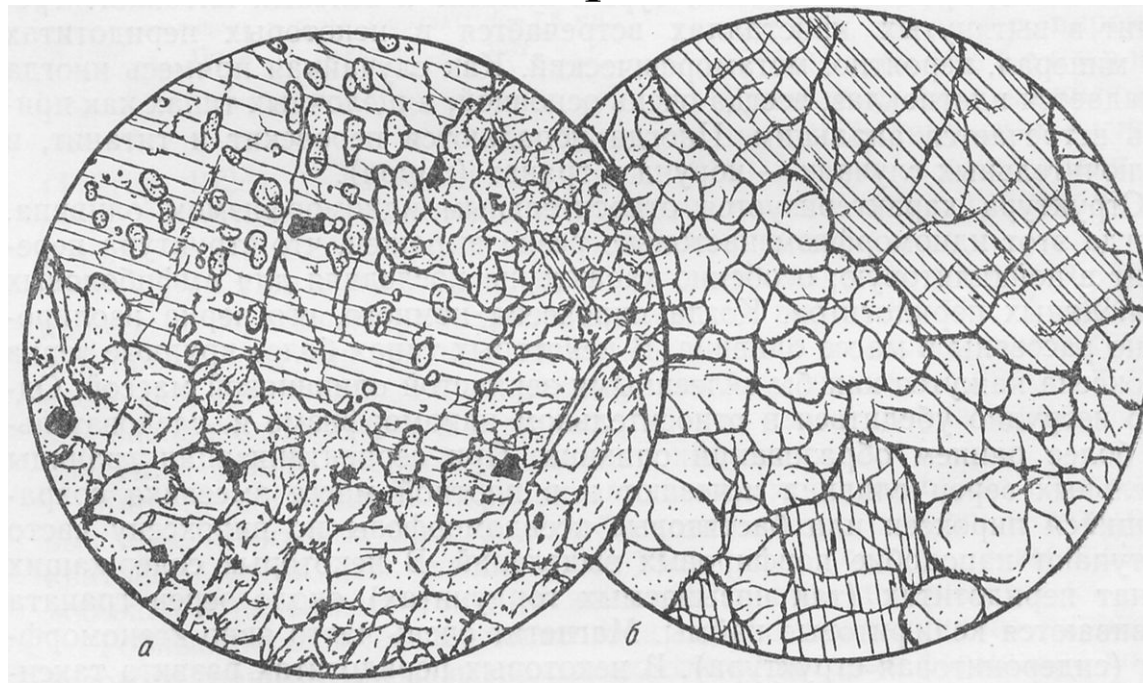
Семейство перидотитов

Классификация и номенклатура ультрамафитовых пород



Гарцбургит - harzburgite

Ультраосновная плутоническая порода нормального ряда, состоящая из оливина и ортопироксена. По имени горы Гарц в Нижней Саксонии, Германия

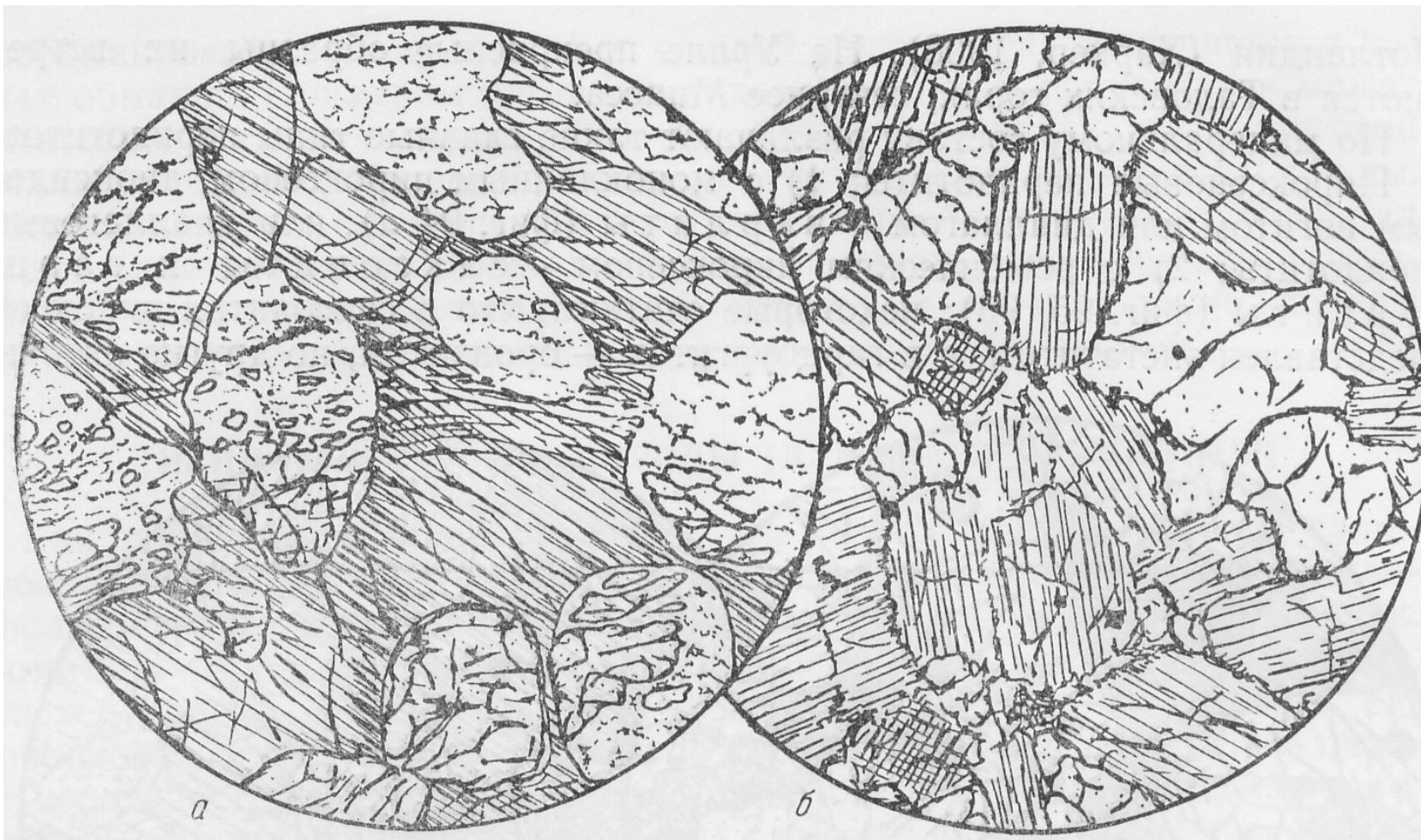


а. Гарцбургит (саксонит). Рай-Из, Урал

Оливин, вверху крупное зерно энстатита с пойкилитовыми вростками оливина; хромит и отдельные чешуйки хлорита. Титаномagnetит как бы цементирует зерна оливина; $d=2,6$ мм. По А.Н. Заварицкому, 1932.

б. Гарцбургит. Хр. Салатим. Северный Урал.

Оливин, крупные зерна ромбического пироксена; $d=4$ мм.
По Дюпарку и Пирсу, 1905.



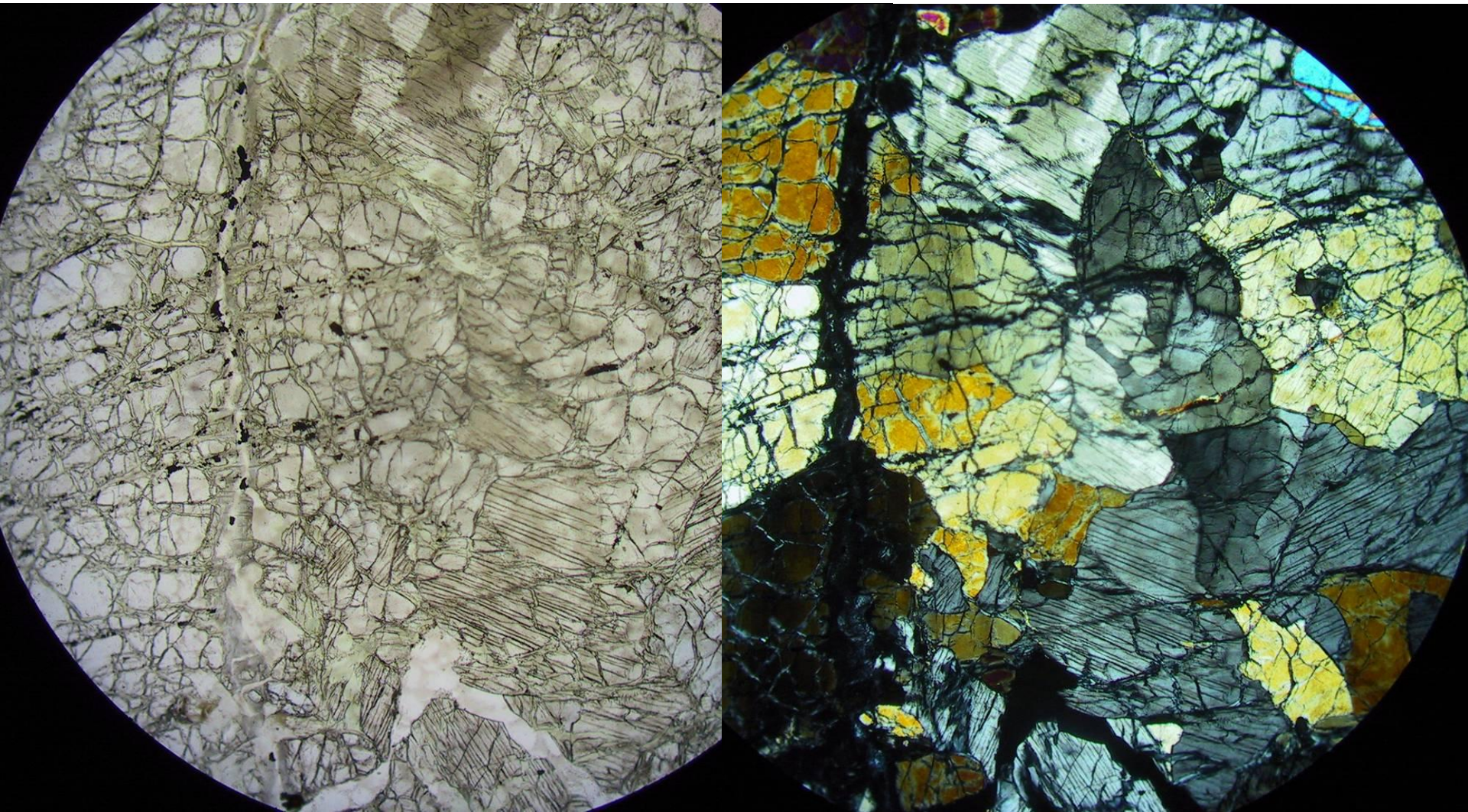
а. Гарцбургит (саксонит). Баста, Гарц, Германия.

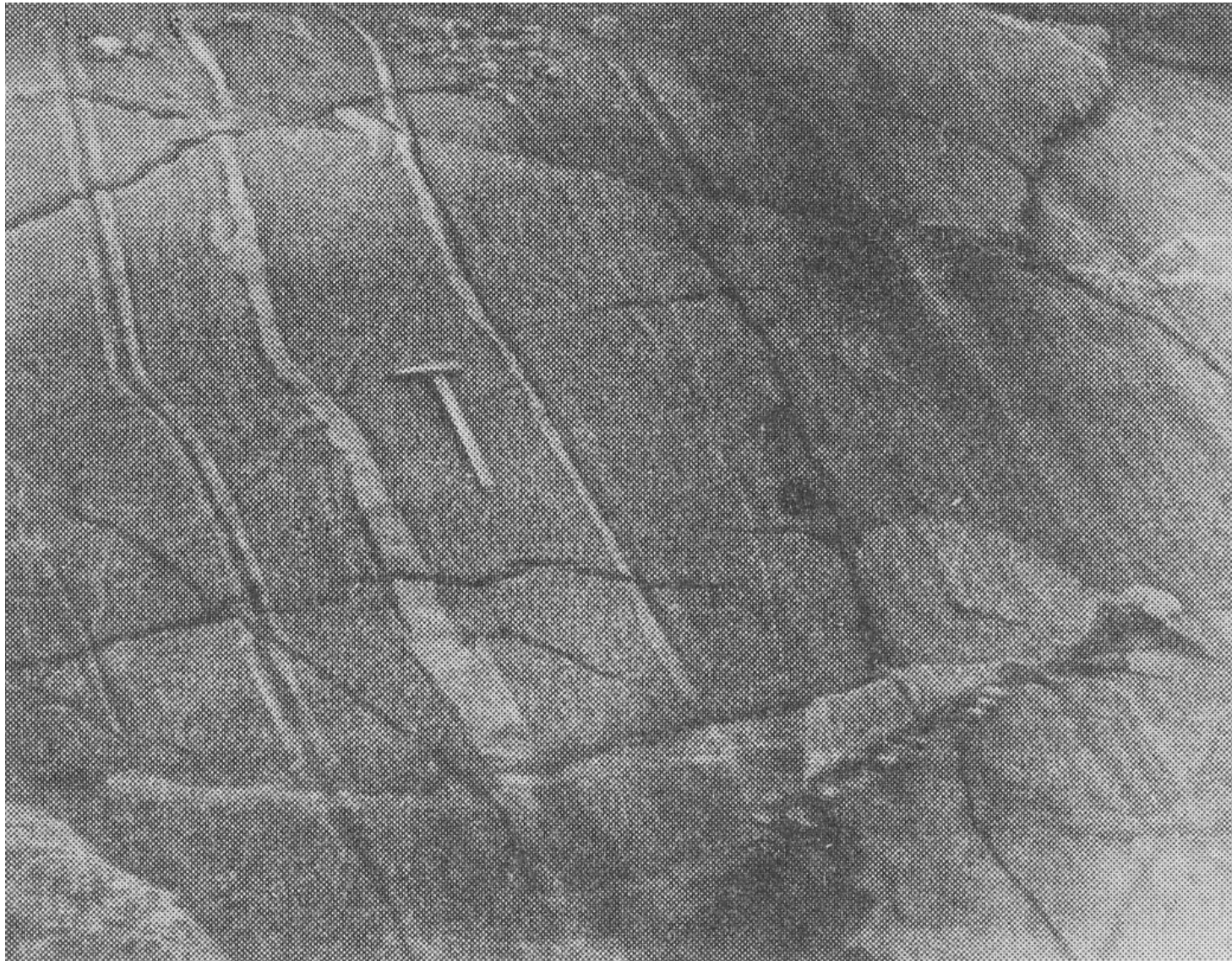
Типичная пойкилитовая структура. В крупном зерне ромбического пироксена округлые пойкилитовые включения сильно серпентинизированного оливина; $d=5$ мм.

б. Гарцбургит. Монча-Тундра.

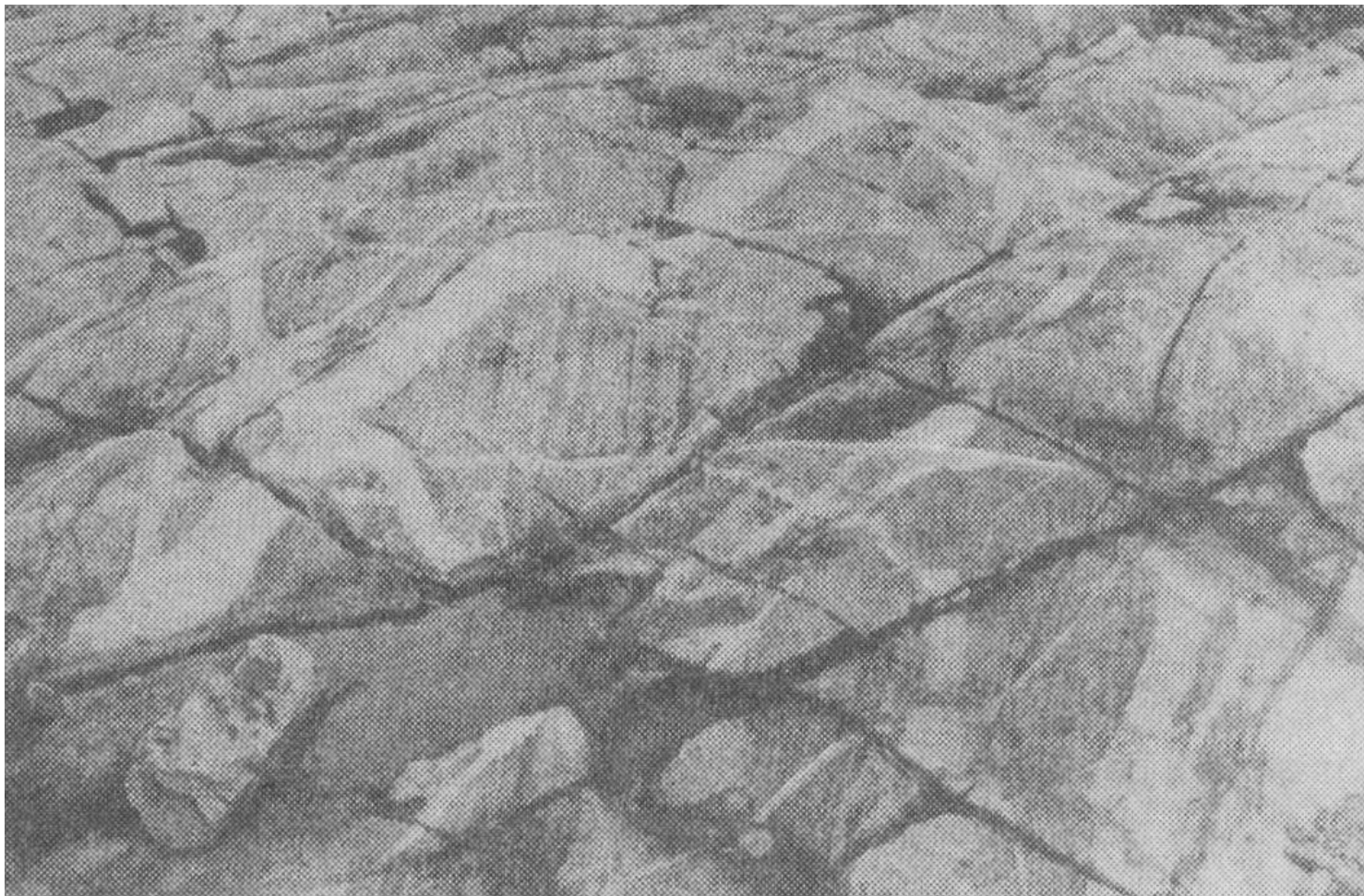
Оливин, ромбический пироксен (бронзит). Панидиоморфнозернистая структура; $d=5$ мм.

Гарцбургит

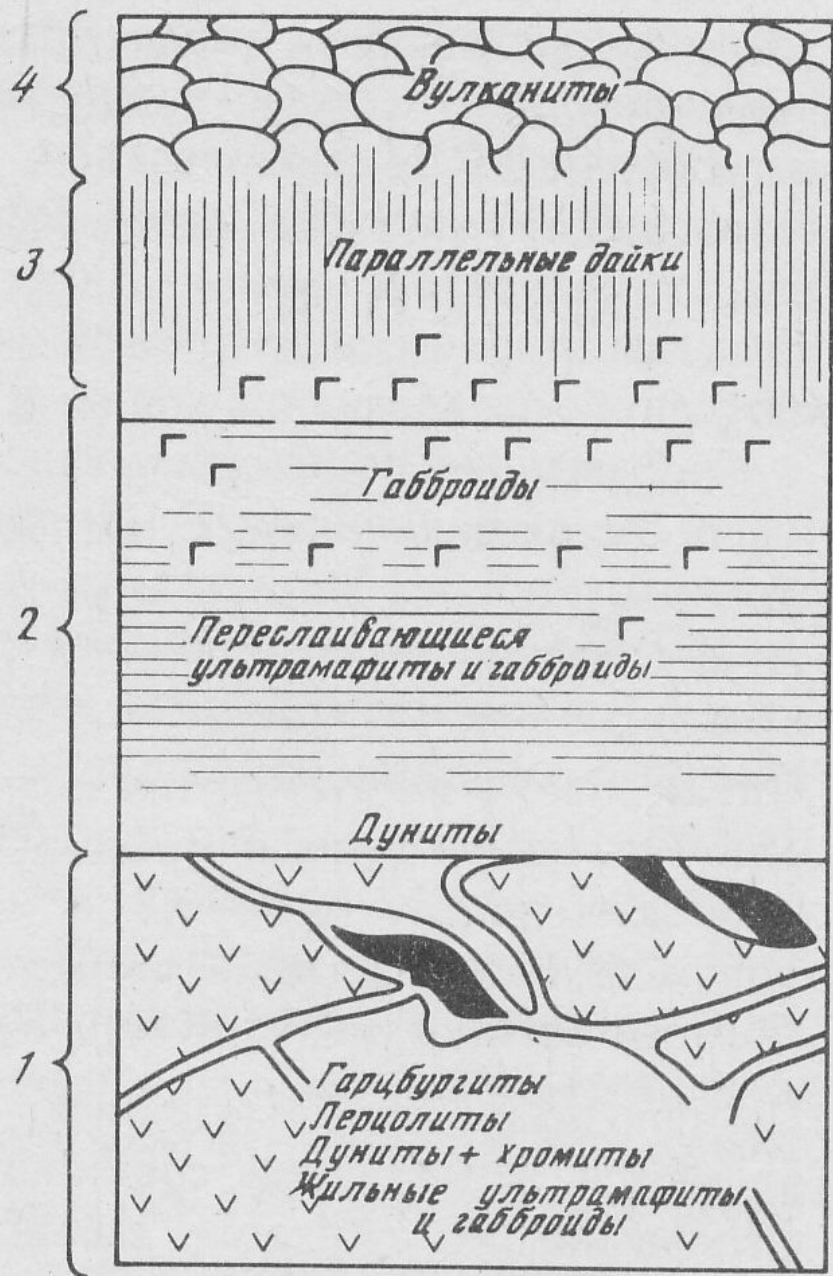




Расслоенные гарцбургиты Войкар-Сыньинского массива (фото Е.Е. Лазько).

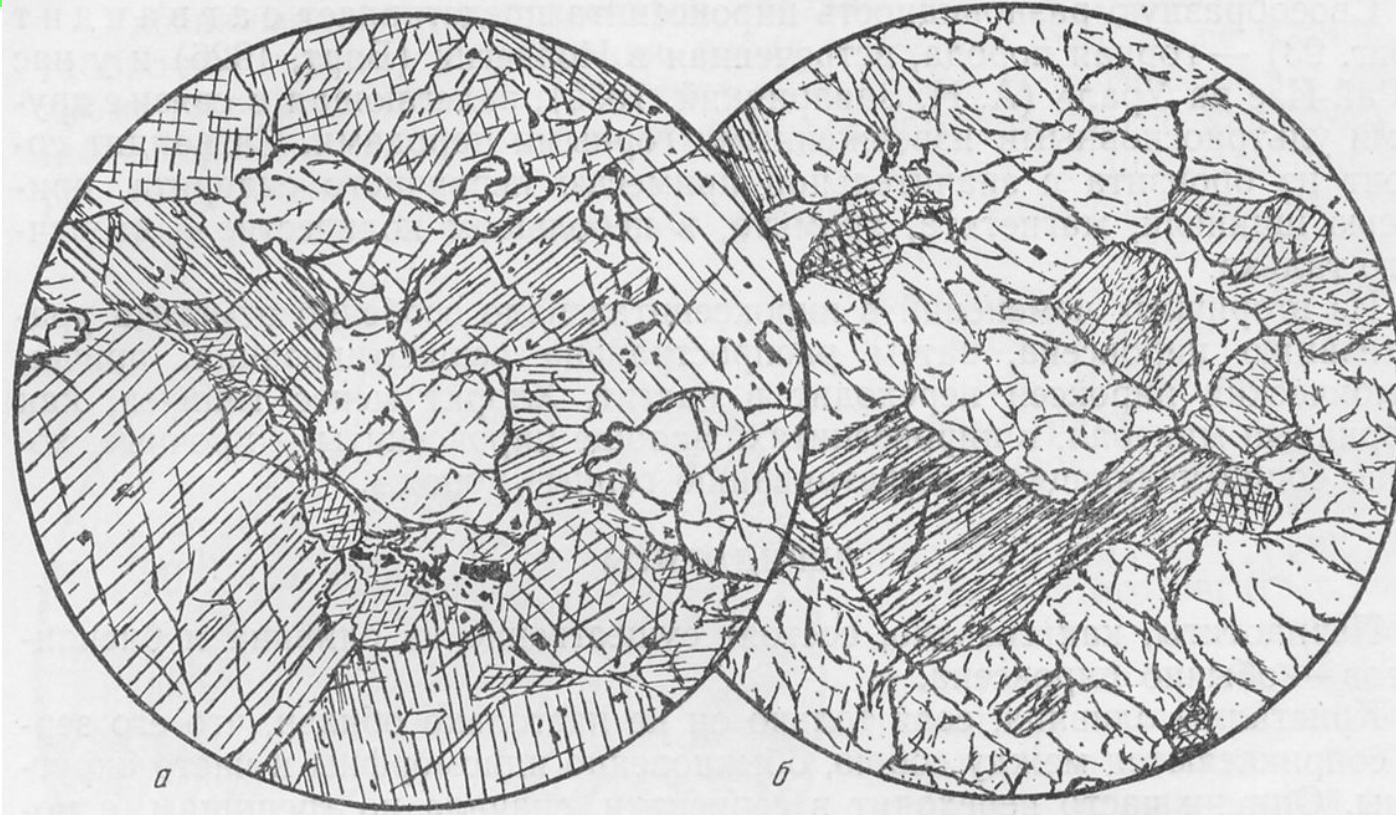


Жильные породы ультрабазитового комплекса Войкар-Сыньинского массива. Дунитовые жилы (белое), секущие расслоенные гарцбургиты. (фото Е.Е. Лазько)



Верлит (wehrlite)

Ультраосновная плутоническая порода нормального ряда, состоящая из оливина и клинопиоксена. Название в честь Верле, который анализировал эту породу

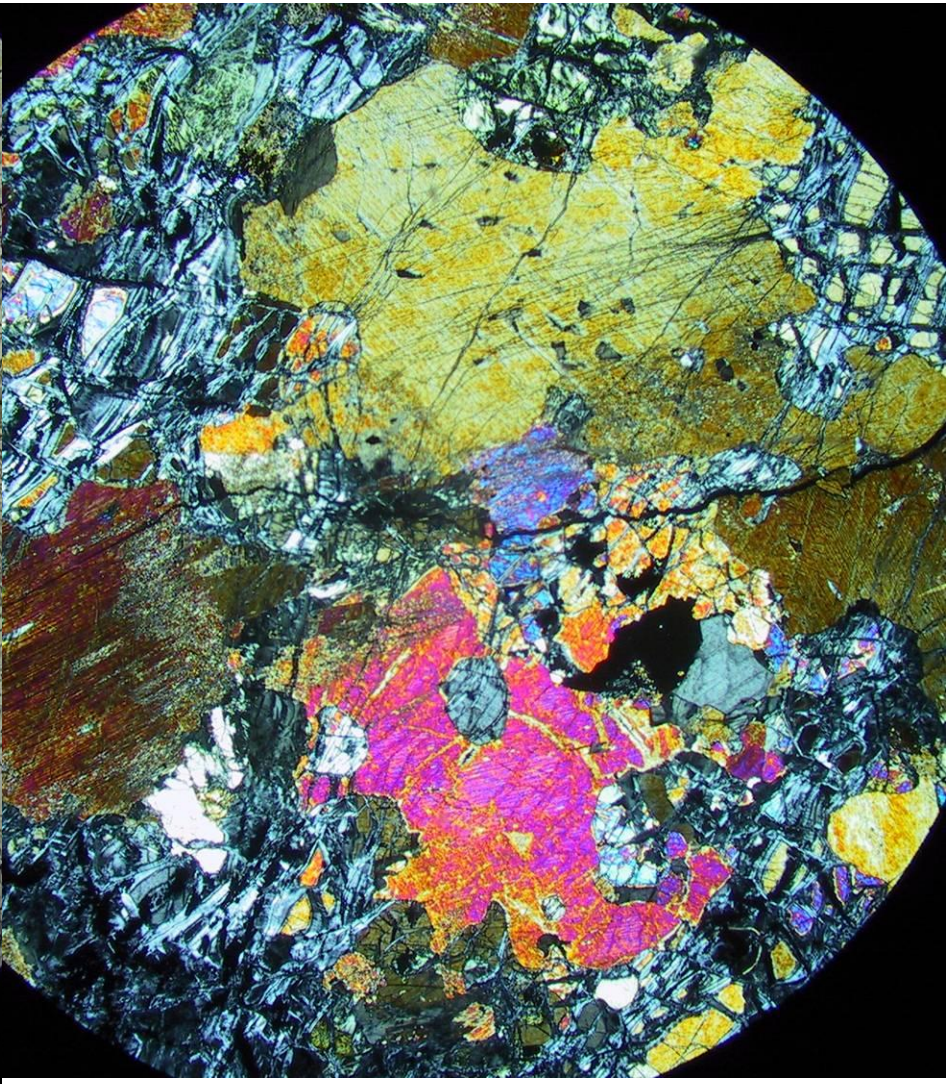
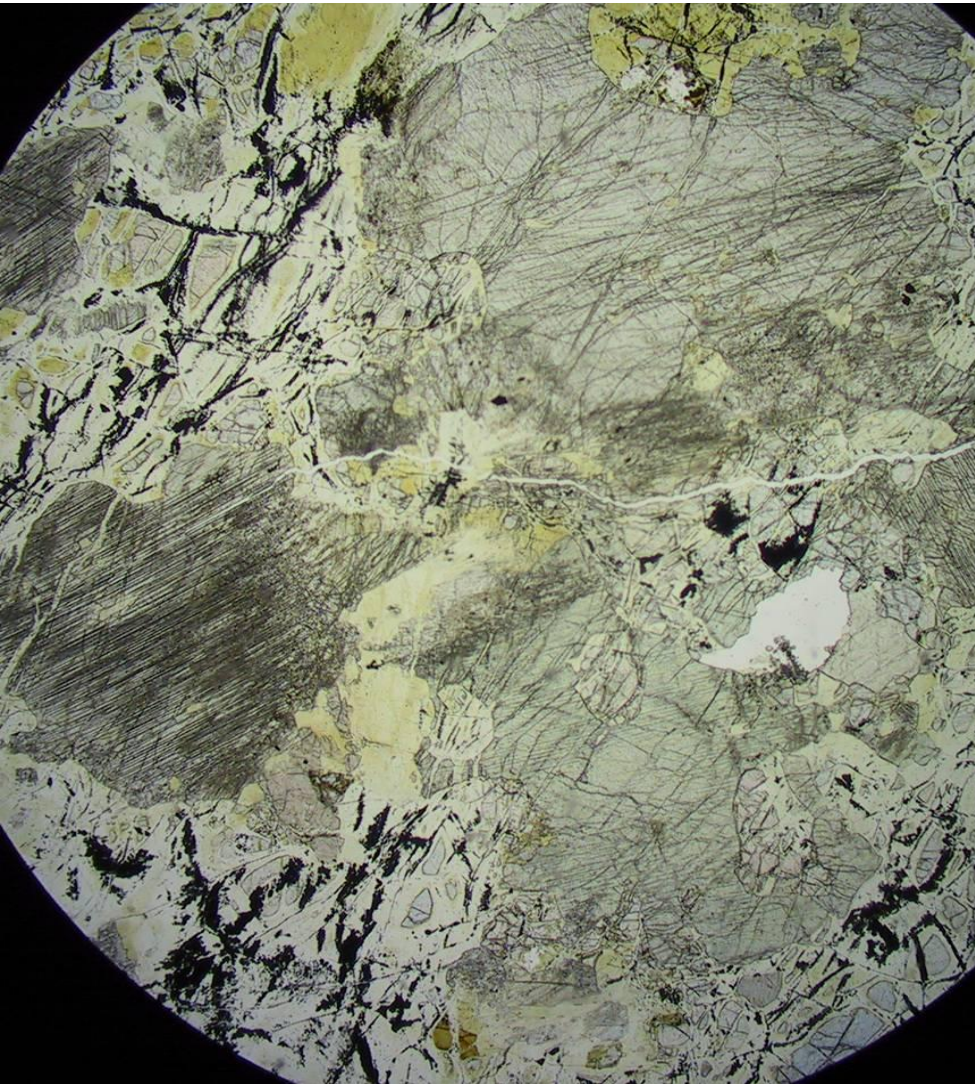


а. Верлит. Рай-Из, Урал

Оливин, как бы сжатый между крупными зернами диаллага. На границе развиваются каемки бесцветного амфибола; $d=2,3$ мм. По А.Н. Заварицкому, 1932.

б. Лерцолит. Пьемонт, Италия.

Оливин, моноклинный пироксен с полисинтетическими двойниками (справа вверху), ромбический пироксен (несколько ниже центра); $d=4,7$ мм.



Лерцолит (Lherzolite)



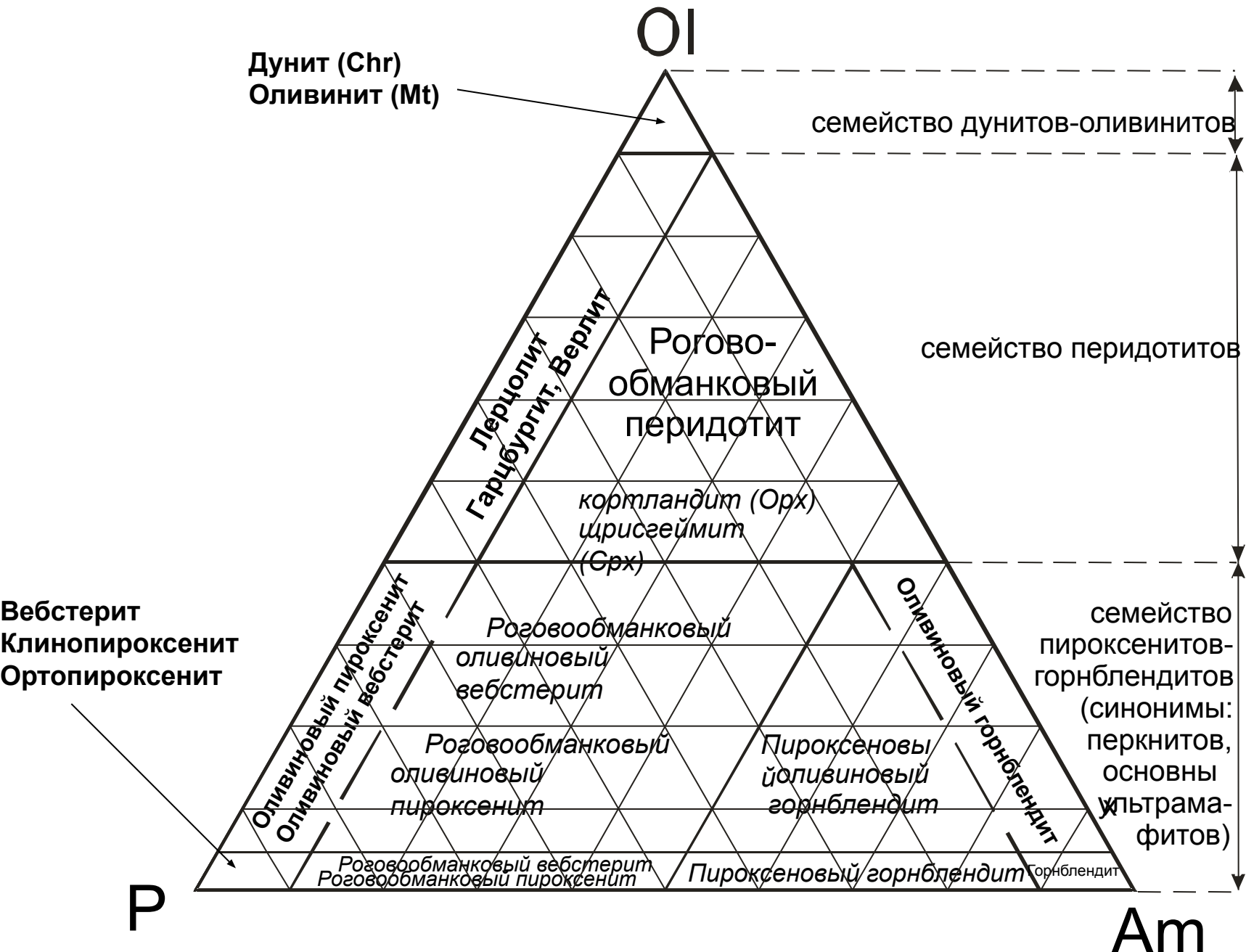


Роговообманковые перидотиты

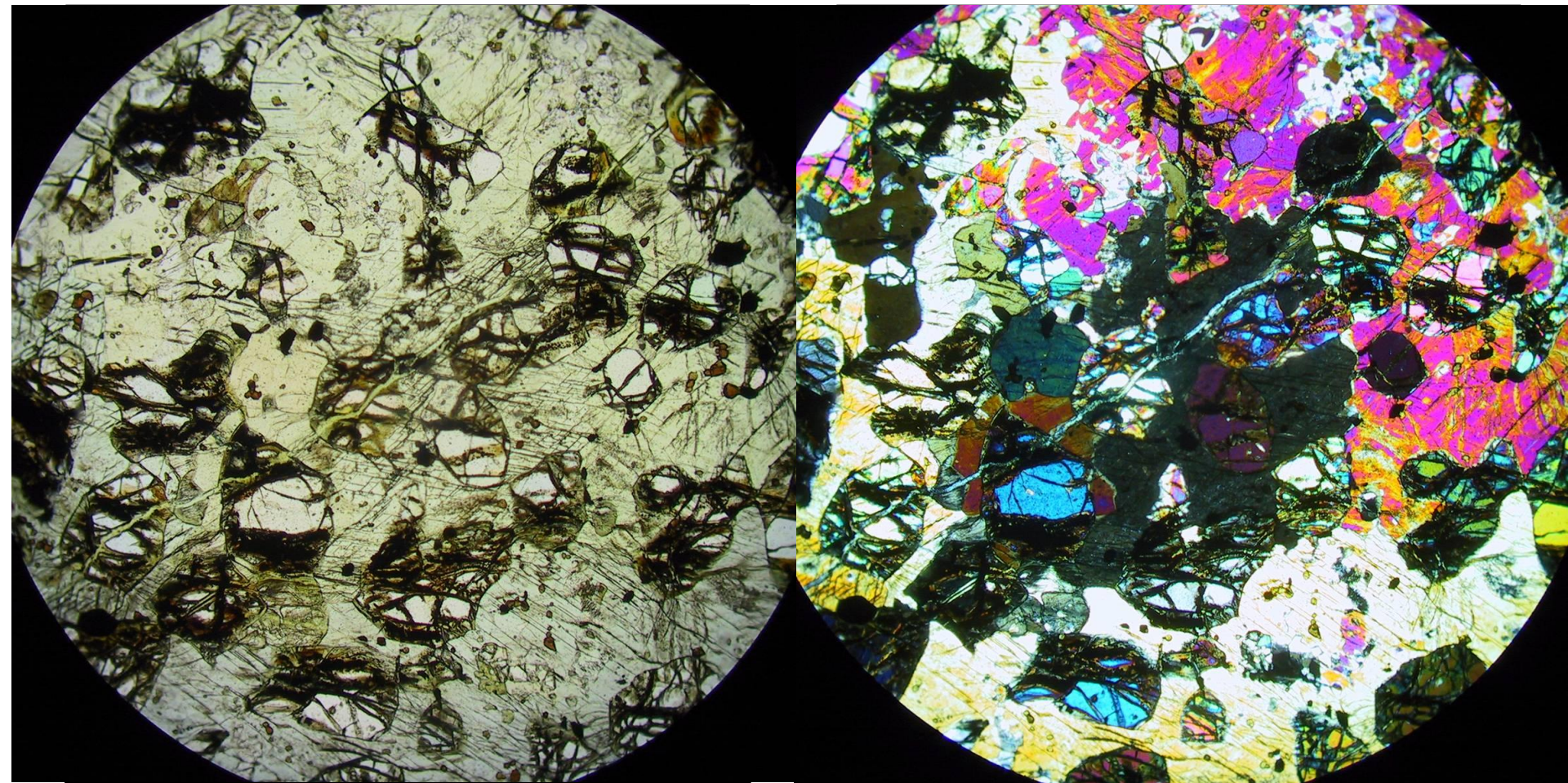
**Шрисгеймит (Schriesheimite) - оливин- амфиболовая
плутоническая порода с клинопироксеном (Шрисгейм,
Оденвальд, Германия)**

**Кортландит (Cortlandite) - оливин- амфиболовая
плутоническая порода, содержащая ортопироксен
(Кортленд, Нью-Йорк, США)**

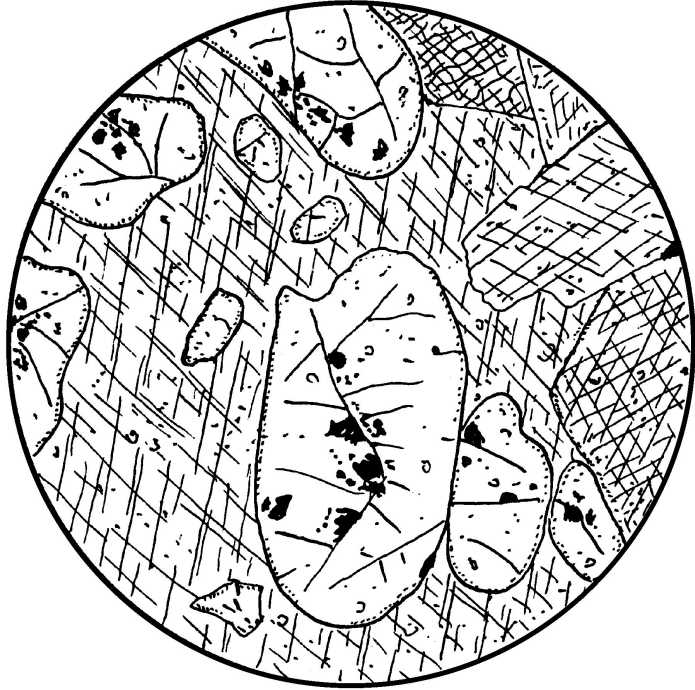
Классификация и номенклатура ультрамафитовых пород



Пойкилитовая структура в роговообманковых перидотитах:
оливин – хадакристаллы, роговая обманка – ойкоккристаллы.



Пойкилитовая структура в роговообманковых перидотитах:
оливин – хадакристаллы, роговая обманка – ойкокристаллы.



Шрисгеймит. Структура пойкилитовая. Порода
слагается Hbl и Ol. Последний почти всегда имеет
овальные, как бы оплавленные формы и включен в
крупные кристаллы буровой Hbl. Зерна Ol
изобилуют косыми и расходящимися трещинками и
переполнены кристалликами магнетита. В другой
части этого же шлифа в породе встречаются мелкие и
единичные зерна Crx и чешуйки Phl; d = 2,1 мм
[Лапин, 1997; рис. 75]



Шрисгеймит. Структура пойкилитовая. Порода состоит
из крупных (2–3 см) зерен Hbl, содержащих включения
Ol, слабо серпентинизированного, с мелкими
включениями рудного минерала; d = 5,5 мм
[Половинкина, 1966; рис. 89]