

Э.М. Спиридонов

Минералы

магматических образований.

Тёмные слюды. Светлые слюды

Параметры возникновения расплавов различного состава и предел устойчивости флогопита

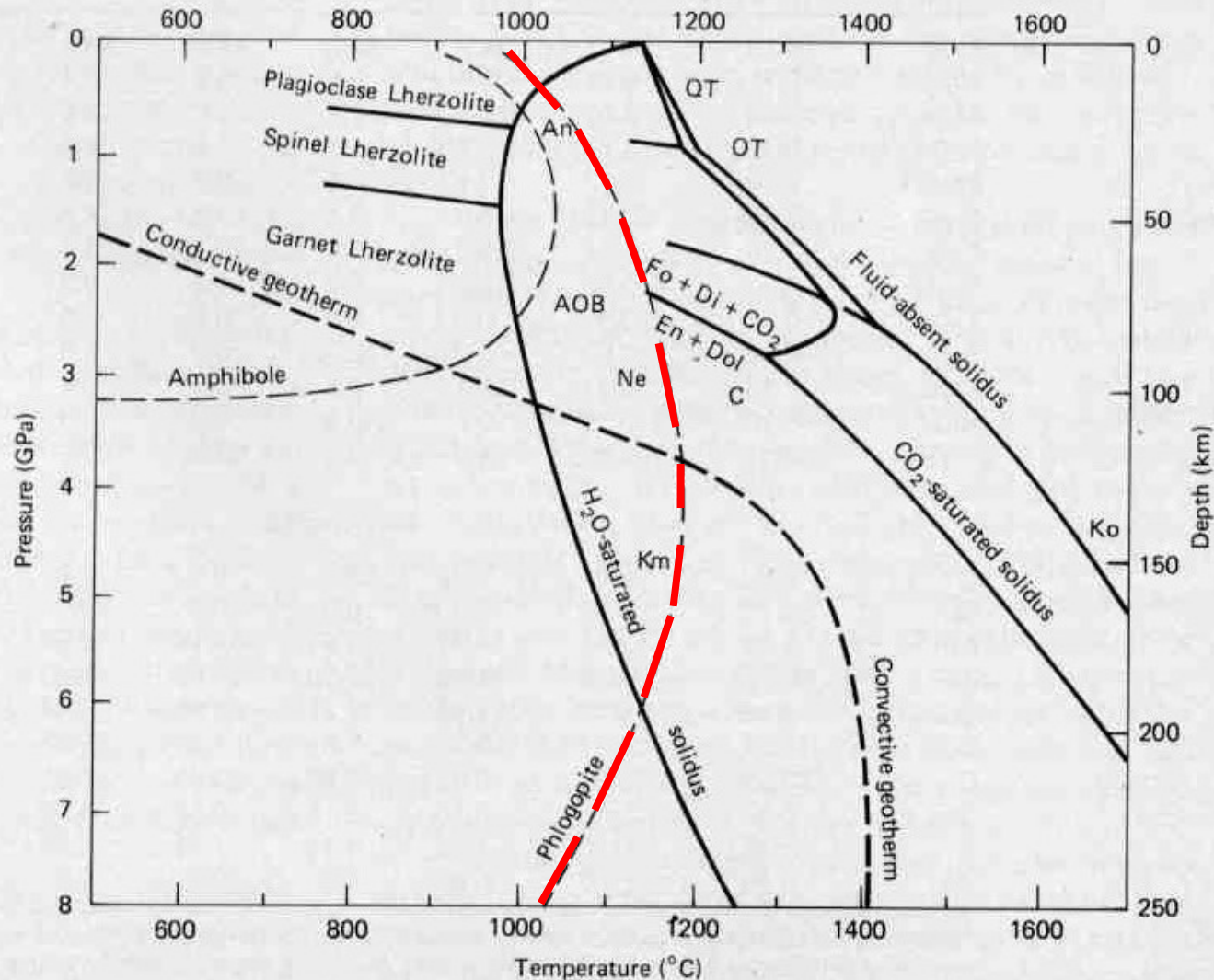
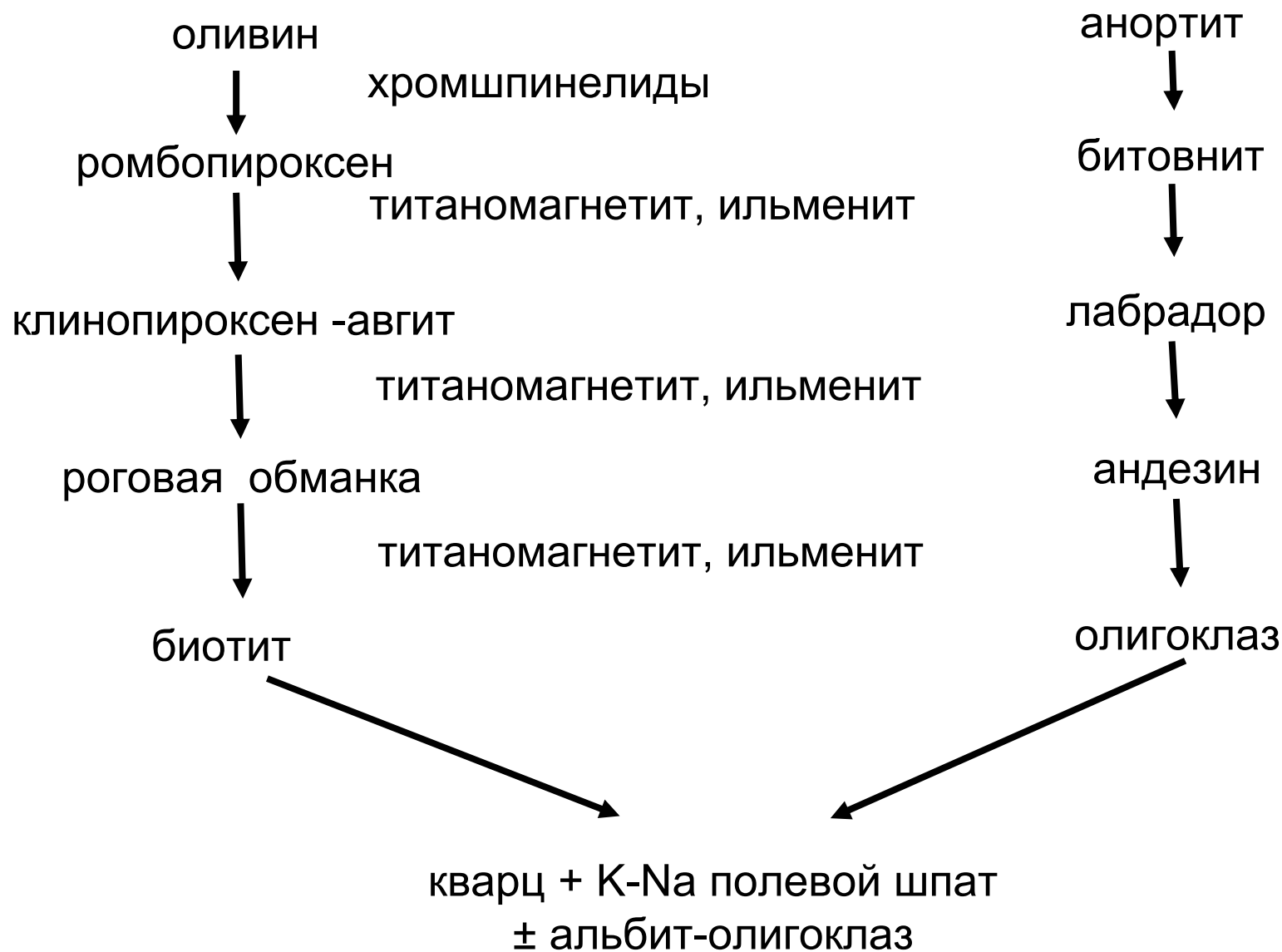


FIGURE 22-13 Approximate phase relations for a lherzolite mantle under fluid-absent, H₂O-saturated, and CO₂-saturated conditions. Sources of information same as in Figure 22-13, with H₂O-saturated solidus from Kushiro et al. (1968), and CO₂-saturated solidus from Eggler (1976) and Wyllie and Huang (1976). Probable source regions are indicated for the following rocks: quartz tholeiite (QT), olivine tholeiite (OT), komatiite (Ko), andesite (An), alkali olivine basalt (AOB), nephelinite (Ne), carbonatite (C), and kimberlite (Km).

Вилка Н.Л. Боуэна



Магматические тёмные слюды

Кристаллическая структура слюд

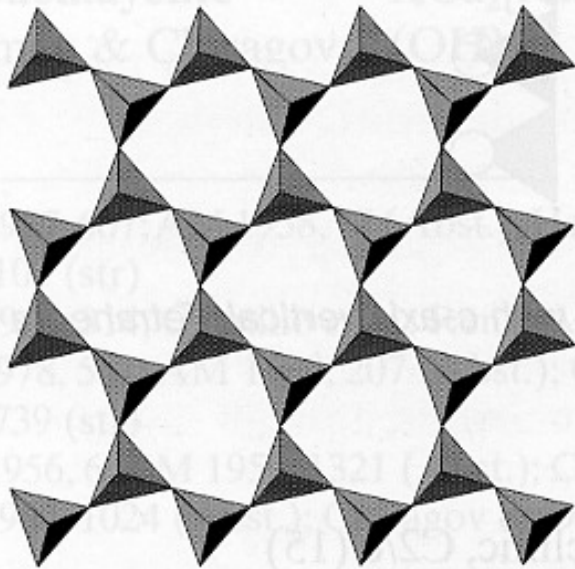


Fig 9.EC.10a. The sheet of $(\text{Si,Al})\text{O}_4$ tetrahedra // (001) in the mica minerals.

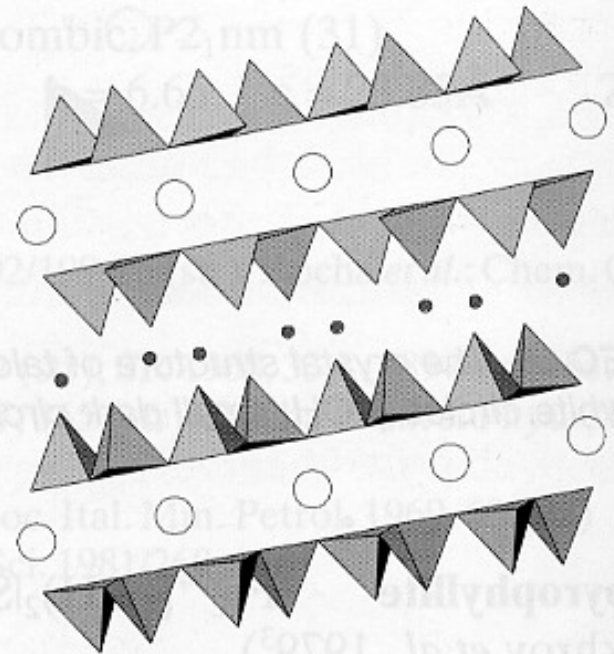


Fig 9.EC.10b. The crystal structure of mica, projected on (010), c-axis vertical. The silicate layers alternate with layers of K atoms (large white circles) and layers of octahedral cations (small dark circles).

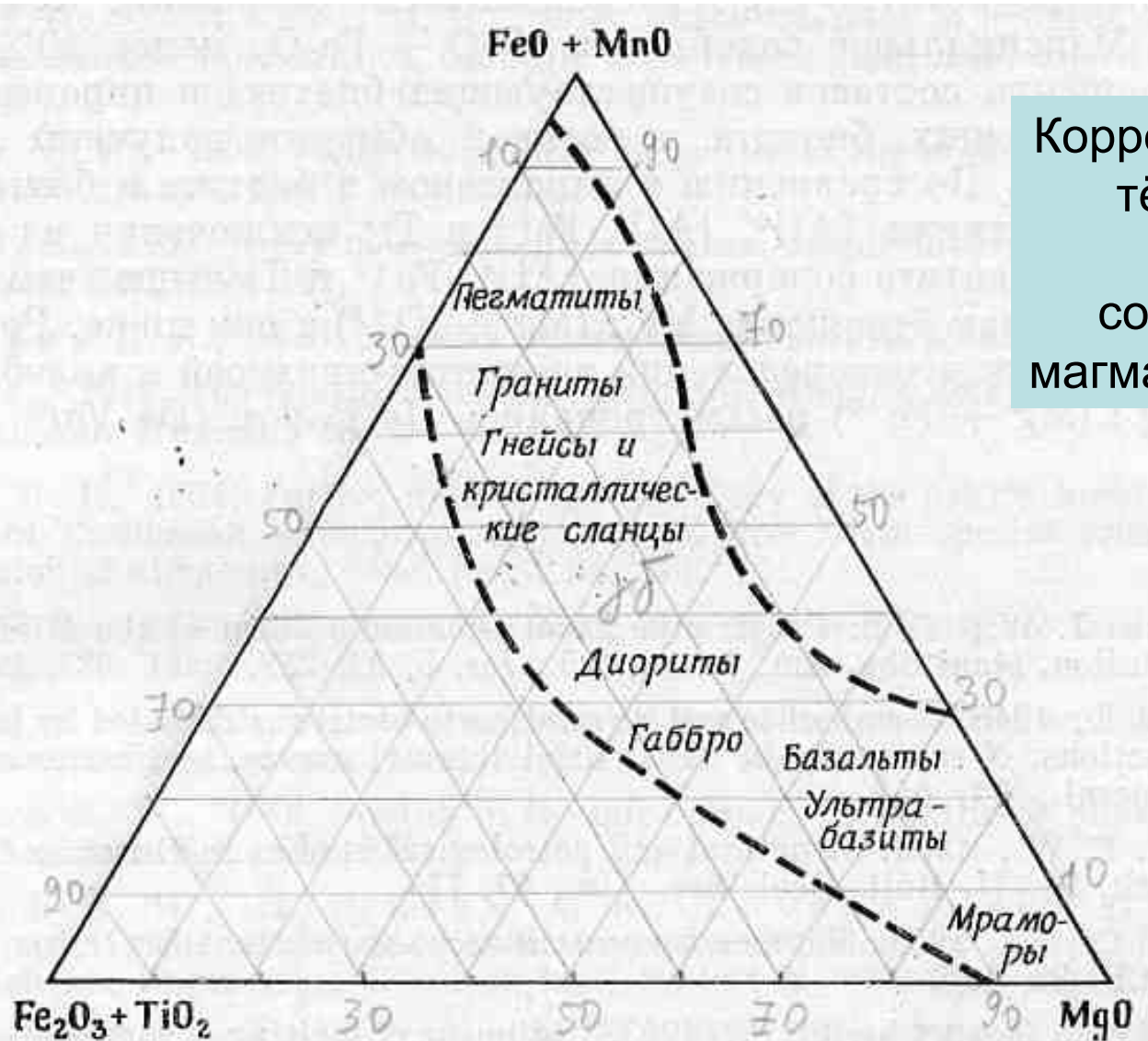
Важнейшая характеристика – тип межслоевого катиона: обычные слюды – калий (или натрий, или барий, или аммоний), хрупкие слюды – кальций, гидрослюда – частью калий..., частью оксоний и молекулярная вода

Классификация тёмных слюд

Слюды триоктаэдрические

флогопит	$K (Mg, Fe^{2+})_3 [(Al, Fe^{3+})Si_3O_{10}] (OH, F)_2$
аннит	$K (Fe^{2+}, Mg)_3 [(Al, Fe^{3+})Si_3O_{10}] (OH, F)_2$
истонит	$K (Mg, Fe^{2+})_2 (Al, Fe^{3+}) [Al_2Si_2O_{10}] (OH, F)_2$
сидерофиллит	$K (Fe^{2+}, Mg)_2 (Al, Fe^{3+}) [Al_2Si_2O_{10}] (F, OH)_2$
тетраферрифлогопит	$K Mg_3 [Fe^{3+}Si_3O_{10}] (OH, F)_2$
тетраферрианнит	$K Fe^{2+}_3 [Fe^{3+}Si_3O_{10}] (OH, F)_2$
лепидомелан = феррианнит	$K (Fe^{2+}, Mg)_3 [(Fe^{3+}, Al)Si_3O_{10}] (OH, F)_2$
циннвальдит	$K LiFe^{2+}Al [AlSi_3O_{10}] F_2$
магнезиоциннвальдит	$K LiMgAl [AlSi_3O_{10}] F_2$
масутомилит	$K LiMn^{2+}Al [AlSi_3O_{10}] F_2$
лепидолит	$K Li_{1.5}Al_{1.5} [AlSi_3O_{10}] F_2$
полилитионит	$K Li(Li, Fe^{2+}, Mg)(Al, Fe^{3+}) [AlSi_3O_{10}] F_2$
тайниолит	$K LiMg_2 [Si_4O_{10}] F_2$
эфесит	$Na LiAl_2 [Al_2Si_2O_{10}] (OH, F)_2$
прейсверкит	$Na Mg_2Al [Al_2Si_2O_{10}] (OH, F)_2$
клинтонит	$Ca Mg_2Al [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
киношиталит	$Ba Mg_3 [Al_2Si_2O_{10}] (OH)_2$
феррокиношиталит	$Ba Fe^{2+}_3 [Al_2Si_2O_{10}] (OH)_2$
анандит	$Ba Fe^{2+}_3 [Fe^{3+}Si_3O_{10}] [(OH, Cl)S]$

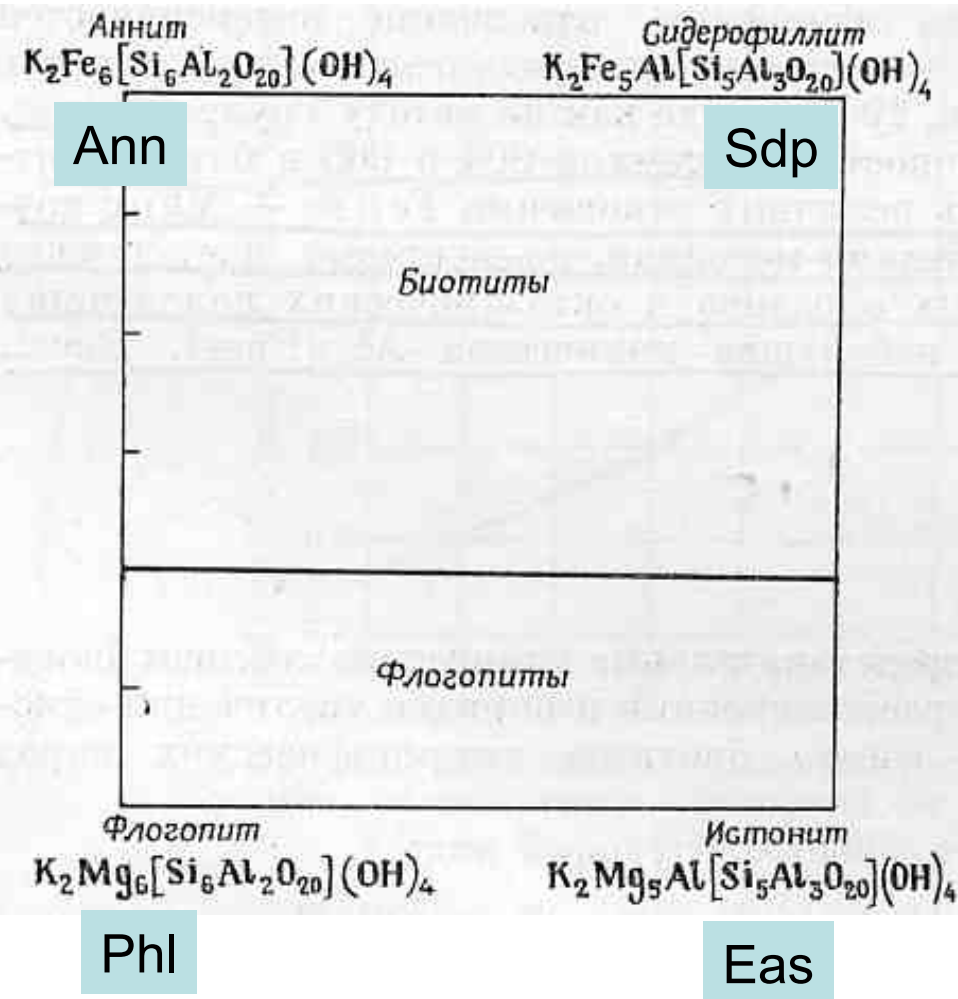
Магматические тёмные слюды



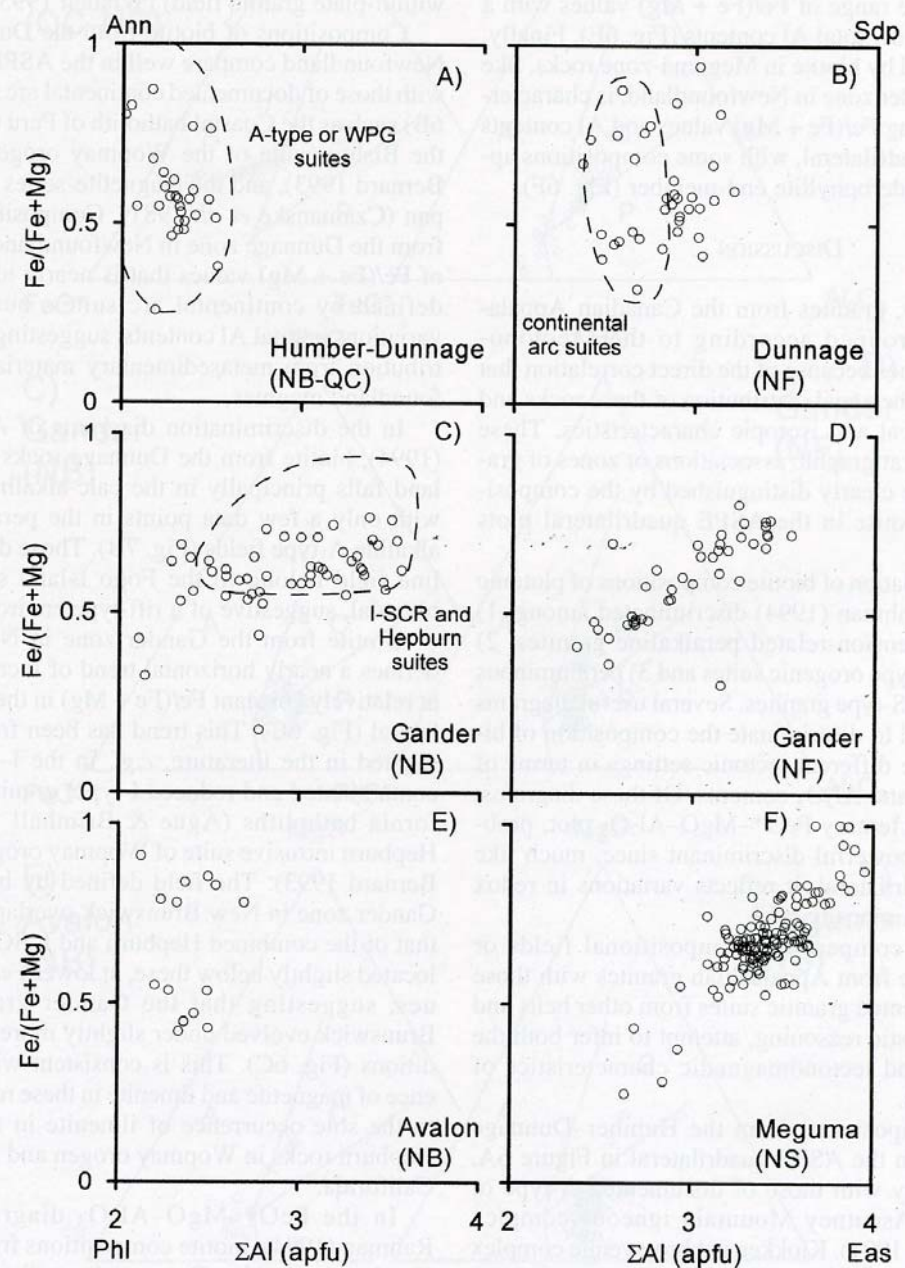
Корреляция состава тёмных слюд и состава содержащих их магматических пород

Ф И Г. 21. Колебания химического состава флогопитов и биотитов в зависимости от типа материнских пород [построено по данным диаграмм Хейнриха (Heinrich, 1946)] (Engel, Engel, 1960).

Магматические тёмные слюды

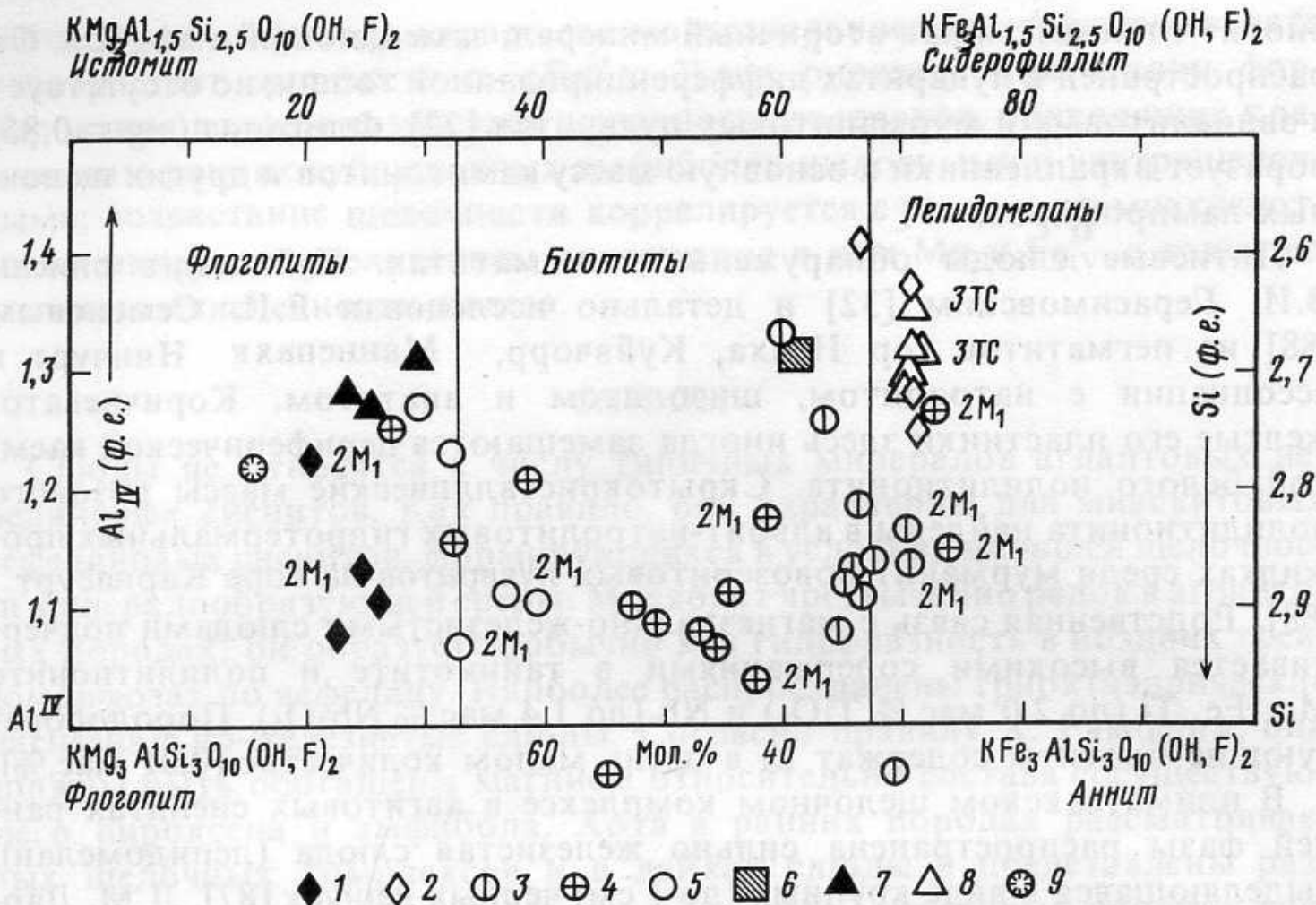


Поля состава биотита - флогопита



Состав биотита гранитов Канадских Кордильер

Магматические тёмные слюды



Хибины

Рис. 26. Состав и политипия слюд группы биотита в породах хибинского щелочного комплекса

1 — ромбен-порфиров Часначорр-Юдичвумчоррского блока; 2 — ромбен-порфиров Восточного Рисчорра; 3 — слюдяных фойяитов; 4 — слюдяных рисчорритов; 5 — хибинитов; 6 — мельтейгит-уртитов; 7 — меланефелинитов; 8 — щелочных трахитов в мельтейгит-уртитов (скв. 541); 9 — трубок взрыва по [56]. Индексами выделены поли типы 3TC, 2M₁. 2M₁ = означает соотношение 50% 2M₁ + 50% 1M. Точки без индекса — политип 1M

Магматические тёмные слюды. Равновесия флогопита

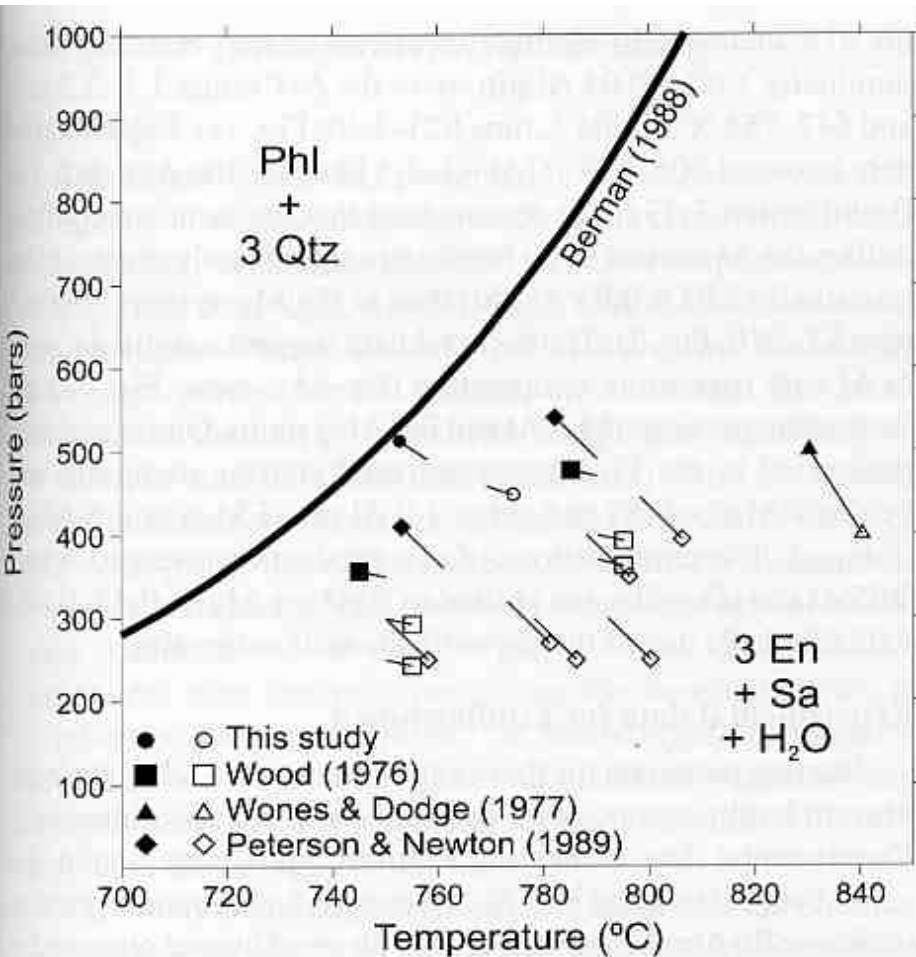


FIGURE 4. *P-T* diagram showing experimental data for Equilibrium 1 in pure H_2O along with its position calculated with thermodynamic data of Berman (1988; thick curve). Symbols show experimental data after adjustment for experimental uncertainties, and the ends of connected lines show nominal experimental conditions. Solid and open symbols show growth of low-*T* and high-*T* assemblages, respectively.

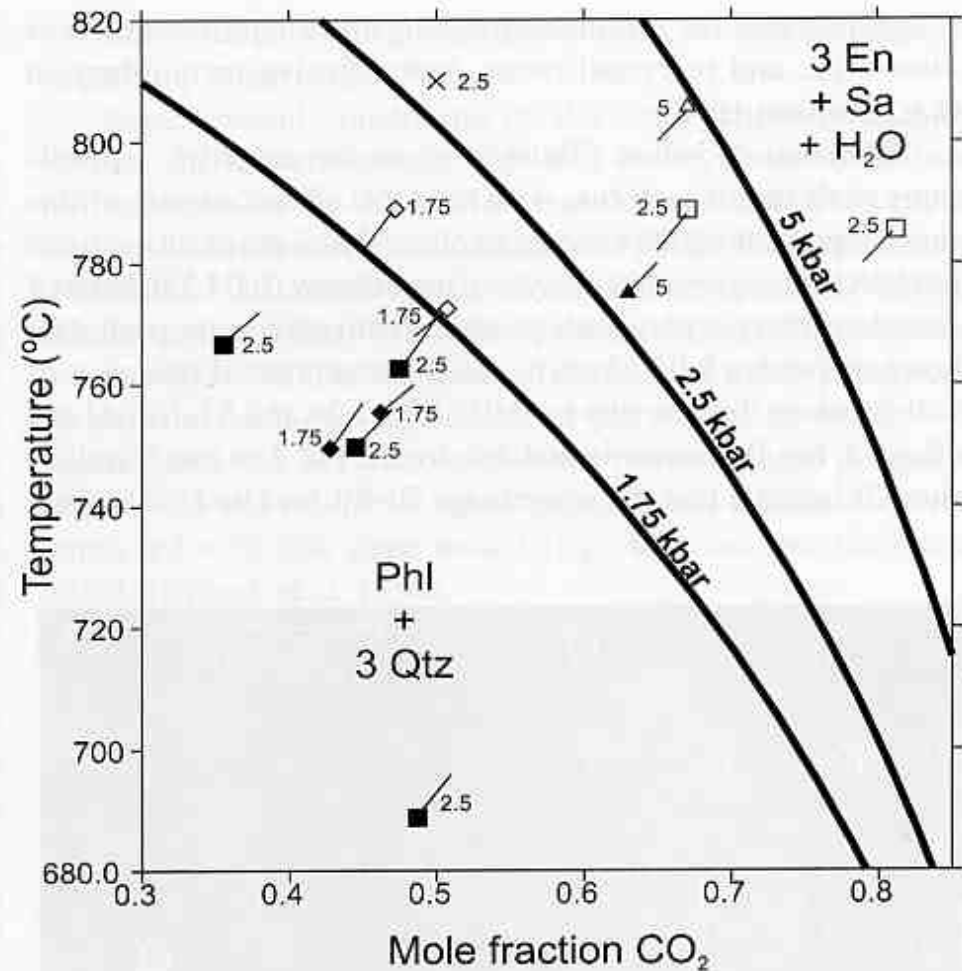
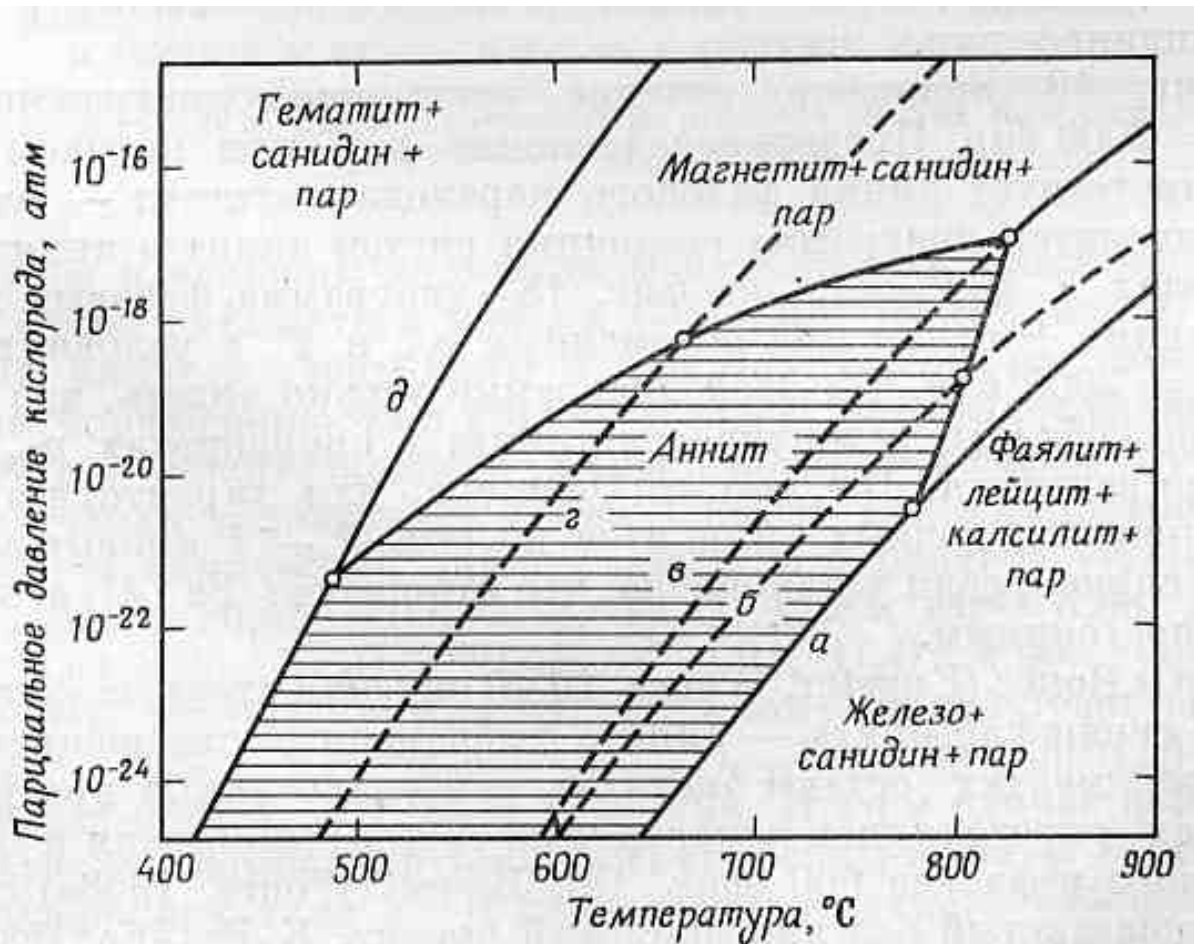


FIGURE 5. *T-X_{CO2}* diagram showing experimental data for Equilibrium 1 along with its position at 1.75, 2.5, and 5 kbar, calculated with thermodynamic data of Berman (1988). Symbols as in Figure 4, with data from this study at 1.75 kbar (diamonds) and 2.5 kbar (squares), and from Bohlen et al. (1983) at 5 kbar (triangles). Numbers beside data points indicate pressure (kbar) of experiments.

Магматические тёмные слюды.

Поле устойчивости аннита

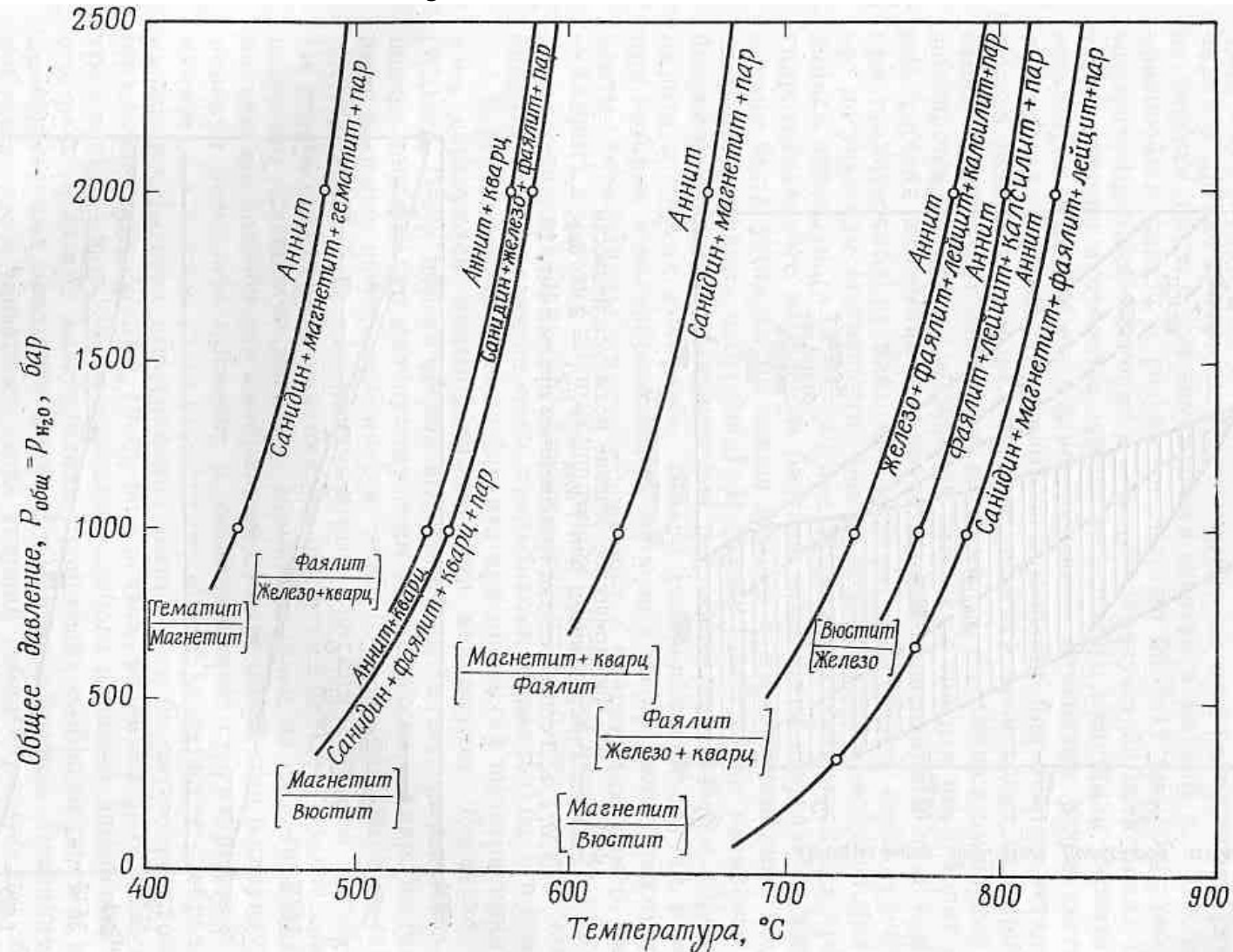


Ф и г. 16. Изобарическое сечение поля устойчивости аннита для $P_{\text{общ}} = P_{\text{H}_2\text{O}} = 2000 \text{ бар}$.

Кривые $p_{\text{O}_2} - T$, приведенные на графике, получены с использованием следующих буферных веществ: а — железо + фаялит + кремнезем; б — железо + вюстит; в — вюстит + магнетит; г — фаялит + магнетит и кремнезем; д — магнетит + гематит (Eugster, 1956).

Магматические тёмные слюды.

Области устойчивости аннита



Фиг. 17. Диаграмма состояния системы аннит + кварц в координатах температура — общее давление ($P_{\text{общ}} = P_{\text{H}_2\text{O}}$).

Парциальное давление кислорода для каждой моновариантной кривой было равно его давлению в используемом буферном веществе и изменялось в зависимости от температуры (Eugster, 1957).

Магматические тёмные слюды

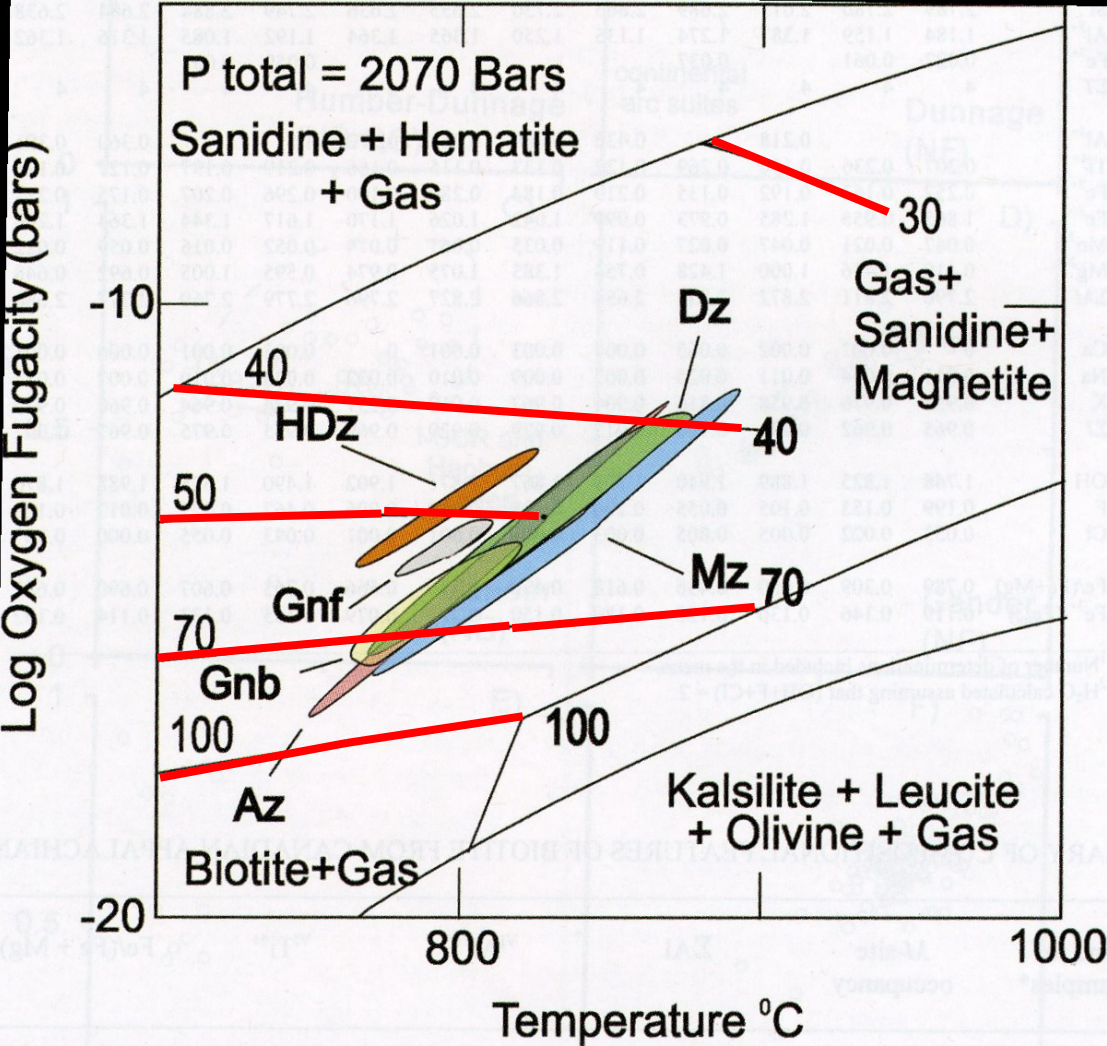


FIG. 5. $\log f(\text{O}_2)$ - T diagram for the biotite + sanidine + magnetite + gas equilibrium at $P_{\text{total}} = 2070$ bars (Wones & Eugster 1965). Illustrated are Fe/(Fe + Mg) isopleths. Labeled fields represent the range of oxygen fugacity for samples from the different tectonic zones in the Canadian Appalachians, assuming an equilibrium temperature of 750–900°C. Symbols as follows: Az: Avalon zone, Gnb: Gander zone, New Brunswick, Gnf: Gander zone, Newfoundland, HDz: Humber-Dunnage zone, New Brunswick and Québec, Dz: Dunnage zone, Newfoundland, Mz: Meguma zone. This diagram represents the central portion of the original diagram of Wones & Eugster (their Fig. 4), enlarged to better illustrate the fields defined by the biotite from the different tectonic zones.

Поля составов биотита гранитоидов Канадских Кордильер. Красные линии – железистость тёмных слюд. Диаграмма даёт возможность оценить температуру кристаллизации биотита.

Для канадских биотитов – это ~ 900 – 750° C

Магматические тёмные слюды

Содержание титана в биотите – флогопите - геотермометр

Обычно магматические биотиты содержат более 3 масс. % TiO_2 .

Содержание TiO_2 в некоторых мантийных флогопитах до 10-12 масс. %. Изредка слюды подобного состава возникают в высокоТ образованиях в верхних горизонтах земной коры, - в участках взаимодействия сульфидных расплавов с вмещающими щелочными базальтами...

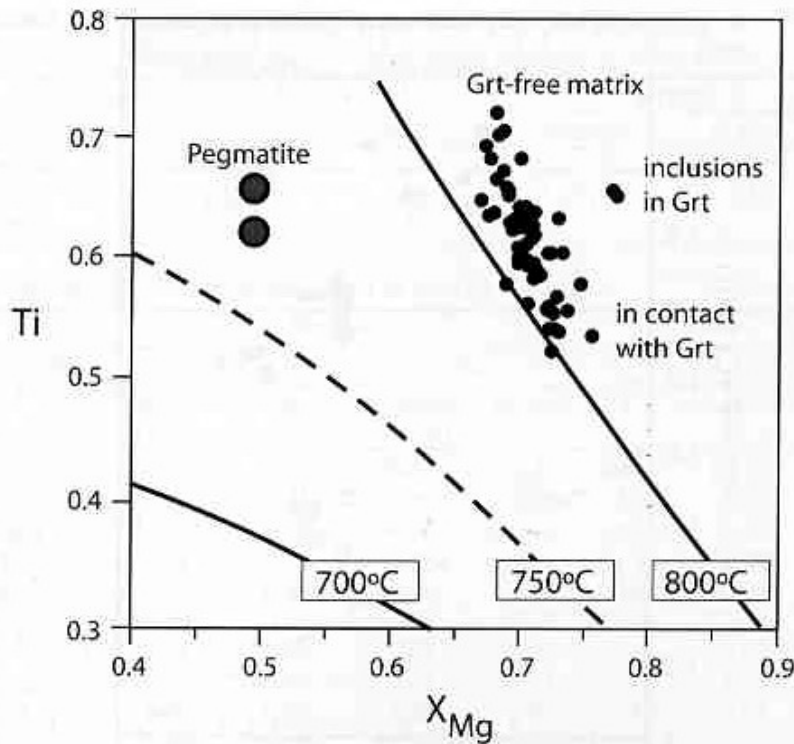
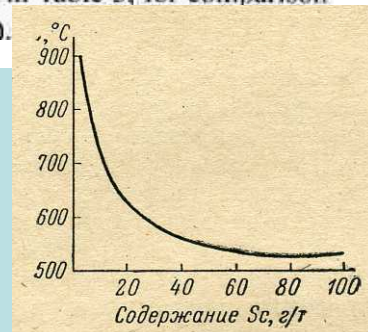


FIGURE 10. Ti vs. X_{Mg} plot for the biotites, with isotherms from Henry et al. (2005). Ti atoms are twice the values in Table 3, for comparison with the thermometer of Henry et al. (2005).



Содержание скандия в биотите – геотермометр Офтедала

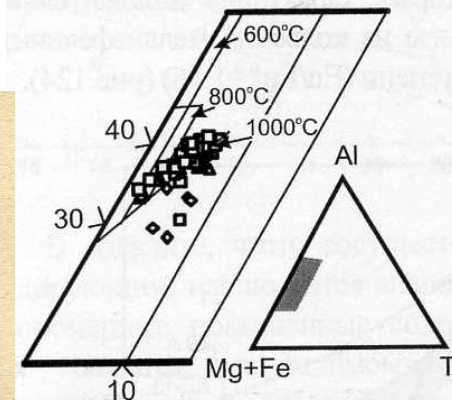


Рис.122. Составы флогопита из даек Кольского региона (условные обозначения см. рис.123). Линиями обозначены области стабильности титанистого флогопита при указанных температурах и давлении 1 кбар (Robert, 1976).

Магматические тёмные слюды

ВысокоТ биотиты и флогопиты представлены политипами $2M_1$ и менее 3Т, более низкоТ – политипом 1 М.

Общий тренд состава тёмных слюд : $Mg^{2+} \rightarrow Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} \rightarrow Zn^{2+}$

Содержание цинка в обычном биотите гранитоидов около 0.1% = 1000 г/т.

Индикаторы степени дифференциации :

железистость, Mn, Zn, F, K/Rb, Rb/Ba, K/Cs, Ti...

K/Rb – индикатор геотектонической позиции гранитоидов и их рудоносности: в биотитах океанских гранитоидов K/Rb более 500 и до 1000, в обычных гранитоидах 100-350, в редкометальных гранитоидах и пегматитах менее 100 и до 10.

F – индикатор рудоносности, биотиты гранитоидов с редкометальным оруденением содержат более 2-3 масс. % фтора.

Li-F-слюды – образования редкометальных гранитов и пегматитов.

Cl – биотиты, содержащие около 1 масс. % хлора и более, характерны для базитов и гранитоидов с магнетитовым и медным оруденением.

Ba – нередко тёмные слюды, особенно флогопиты обогащены барием, его содержание может достигать 3-10 и более масс. %.

Индикаторы f O₂ – железистость, Fe³⁺

Индикаторы Т – магнезиальность, Ti, Sc, Rb, Cs

Классификация светлых слюд

Слюды диоктаэдрические

мусковит	$K (Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
фенгит	$K (Mg, Fe^{2+})_{0.5} Al_{1.5} [Al_{0.5} Si_{3.5} O_{10}] (OH, F)_2$
парагонит	$Na (Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
роскоэлит	$K (V, Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
черныхит	$Ba_{0.5} (V, Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
хромфиллит	$K (Cr, Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
боромусковит	$K (Al, Fe^{3+})_2 [BSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
нанпингит	$(Cs, K) (Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
тобелит	$(NH_4, K) (Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
гидромусковит	
(иллит)	$(K_{0.7-1}, H_3O, \square) (Al, Fe^{3+})_2 [AlSi_3O_{10}] (OH, F)_2$
пирофиллит	$\square Al_2 [Si_4O_{10}] (OH)_2$
алюмоселадонит	$K MgAl [Si_4O_{10}] (OH)_2$
ферроалюмоселадонит	$K (Fe^{2+}, Mg)Al [Si_4O_{10}] (OH)_2$
селадонит	$K MgFe^{3+} [Si_4O_{10}] (OH, F)_2$
ферроселадонит	$K Fe^{2+}Fe^{3+} [Si_4O_{10}] (OH, F)_2$
маргарит	$Ca Al_2 [Al_2Si_2O_{10}] (OH, F)_2$

Магматические светлые слюды. Мусковит

Магматические светлые слюды (мусковиты) развиты только в редких типах гранитов – двуслюдяных и мусковитовых, которые пересыщены глинозёмом и формируются при высоком P H_2O , и в глубинных гранитных пегматитах. В этих образованиях нередки синтаксические срастания биотита и мусковита, в их числе сложно-зональные кристаллы, где чередуются зоны биотита и мусковита. Как правило, это гидроксил-мусковиты с невысокими содержаниями фтора, лития, рубидия, цезия.

Высокотемпературные мусковиты, как правило, представлены политипом $2M_1$.

Камчатка. Беседуют красноногие говорушки

