

# *Эндогенная серия*

Карбонатитовая группа

**Карбонатитами** – называют эндогенные скопления карбонатов, пространственно и генетически связанные с формациями ультраосновных и основных щелочных пород и нефелиновых сиенитов.

Региональное геологическое положение МПИ, приуроченных к дифференцированным массивам ультраосновных и щелочных пород:

- активизированные участки древних платформ (PR-Ph активизации);
- реже в блоках древних пород Ph складчатых областей.

Карбонатитовый комплекс в пределах комплексных полифазных интрузий представляет собой совокупность карбонатитов и сингенетических им карбонатитоидов:

1. *Карбонатсодержащие породы с содержанием  $CO_2$  – 4%*
2. *Карбонат-силикатные, карбонат-апатитовые, карбонат-магнетитовые с содержанием  $CO_2$  -15%*
3. *Карбонатиты с содержанием  $CO_2$  – 35%*

По строению различают **центробежные** (центр сложен у/о породами, а периферия щелочными) и **центростремительные** (обратное строение) **массивы**.

Рудоносные массивы формируются 10-100 млн. лет в два этапа:

1. Раннемагматический в 4 стадии:

- гипербазитовую;
- щелочную гипербазитовую;
- ийолит-мельтейгитовую и нефелиновых сиенитов.

2. Позднемагматический, собственно карбонатитовый:

- кальцитовая;
- магнезиокальцитовая;
- доломит-кальцитовая;
- доломит-анкеритовая стадии.

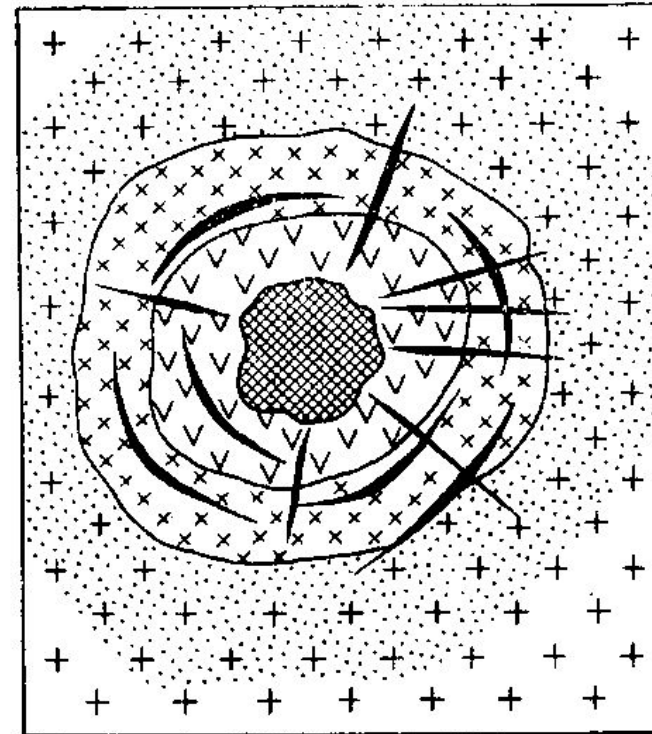


Рис. 32. Общая схема строения карбонатитового месторождения:

1 — щелочные породы; 2 — ультраосновные породы; 3 — гнейсы; 4 — фениты; 5 — шток карбонатитов; 6 — жилы карбонатитов

Форма карбонатитовых тел – системы конических даек и жил, радиальные дайки, линейные жильные зоны, линзовидные штокверки.

Полезные ископаемые. С массивами связаны ресурсы тантала, ниобия и редких земель, железных руд (магнетит), титана, флюорита, флогопита, апатита, вермикулита, стронция, меди, в меньшей степени свинца и цинка.

Типоморфные рудные формации:

- **перовскит-титаномагнетитовая;**
- **apatит-форстерит-магнетитовая;**
- **редкометалльных пироклоровых карбонатитов;**
- **редкоземельных пироклоровых карбонатитов;**
- **флюоритовых карбонатитов;**
- **apatит-нефелиновых руд.**

# Генетическая модель

Конкурируют две гипотезы – *магматическая и гидротермальная*.  
Предложена общая генетическая модель.

- 1 этап раннемагматический - 1300-1600<sup>0</sup> С, образование ультрабазитов - 1300<sup>0</sup> С, мелилитовых пород - 1270<sup>0</sup> С, ийолитов -1060<sup>0</sup> С (прерывистый, сопровождался автометасоматозом).
- 2 этап *карбонатитовый (гидротермально-метасоматический)* – 650-260<sup>0</sup> С, рудные фации формировались от ранних к поздним при температурах: 1. - 650<sup>0</sup> С; 2. - 470<sup>0</sup> С; 3. - 370<sup>0</sup> С; 4. 260<sup>0</sup> С.

Перенос углерода из мантийных источников осуществлялся восстановительными флюидами CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub> и др. Образование карбонатов происходило в обстановке падения флюидного давления по реакциям типа: CH<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>O=CO<sub>2</sub>+4H<sub>2</sub> или



# *Эндогенная серия*

Пегматитовая группа

# Генетические типы пегматитов

## ● Магматогенные пегматиты

1. Гранитные - связаны с интрузиями гранитоидов (ортоклаз, кварц, альбит, олигоклаз, биотит);
2. Гибридные - образуются при ассимиляции гранитной магмой различных пород;
3. Десилицированные - формируются при воздействии гранитного расплава на ультраосновные и карбонатные породы (образуются плагиоклазиты от альбититов до анартозитов);
4. Щелочные - встречаются в щелочных магматических комплексах (микроклин, ортоклаз, нефелин, арфведсонит, содалит, эгирин);
5. Пегматиты ультраосновных магм - имеют состав бронзит, анортит-битовнит, лабрадор-андезин, оливин, амфибол, биотит.

***МПИ связаны главным образом с гранитными, реже щелочными пегматитами.***

Региональное геологическое положение МПИ:

- древние докембрийские платформы (в AR-PR фундаменте среди гранито-гнейсов или гранитов);
- Ph складчатые области (граниты средней и поздней стадий развития областей).

*Магматогенные пегматиты по строению подразделяются:*

1. Сингенетичные (шлировые, камерные) пегматиты располагаются всегда внутри интрузий и образовались одновременно с ними. Характерно отсутствие резких контактов и аплитовых оторочек, овальная форма.
2. Эпигенетические пегматиты сформировались после затвердевания интрузии. Тела залегают как внутри, так и за пределами материнской породы. Характерны жильные тела, неправильные формы, резкие контакты, аплитовые оторочки, контроль тектоническими нарушениями.



# Строение гранитных пегматитовых тел

**1. Недифференцированные пегматиты** сложены исключительно микроклином и кварцем (керамические пегматиты).

**2. Сложные дифференцированные пегматиты:**

- *тонкозернистая мусковит-кварц-полевошпатовая оторочка;*
- *кварц-полевошпатовая масса с письменной и гранитной структурой;*
- *блоковая зона с крупными кристаллами микроклина;*
- *кварцевое ядро;*

Иногда вместо кварцевого ядра камера (занорыш) с крупными кристаллами мориона, топаза, берилла и др. На границе кварцевого ядра и микроклиновых блоков развиваются неправильные скопления кварца, альбита, сподумена, минералов марганца и редких металлов.

- **Метаморфогенные пегматиты** формировались в регрессивные стадии высоких фаций регионального метаморфизма; не связаны с магматическими комплексами, развиваются в пределах гранито-гнейсовых блоков древних кратонов (дистен, силлиманит, андалузит и др.)

# 1. Класс простые пегматиты (керамические)

МПИ располагаются на щитах древних платформ и связаны с гранито-нейсами.

Минеральный состав: кварц, полевые шпаты, слюда, могут быть минералы редких земель.

Соотношение кварца и полевых шпатов в промышленных сортах 1:3.

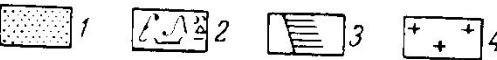
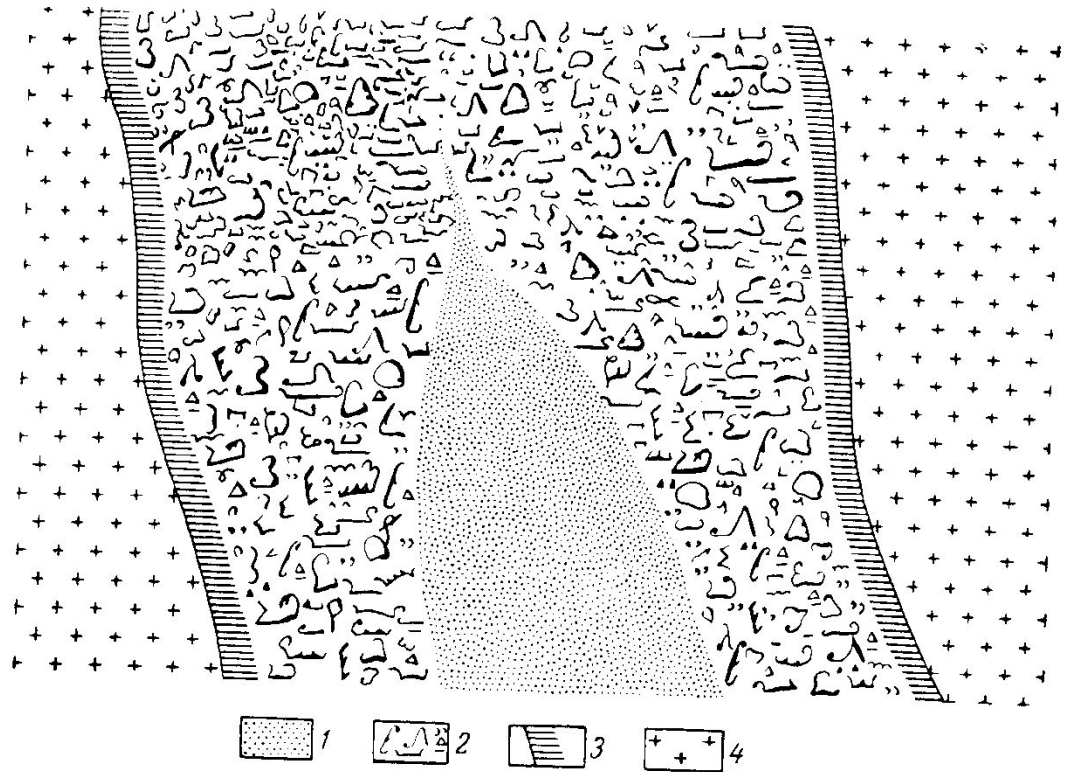


Рис. 61. Сечение простого пегматита

1 — кварцевое ядро; 2 — пегматит письменной структуры; 3 — слюдяная оторочка; 4 — гранит

## 2. Класс Перекристаллизованные пегматиты (слюдяные)

МПИ располагаются на щитах древних платформ и связаны с породами

мигматит-гранитной формации. Полезное ископаемое мусковит  $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ .

Наиболее значительные мусковитовые провинции располагаются в России (Карелия, Забайкалье), Индии и Бразилии.

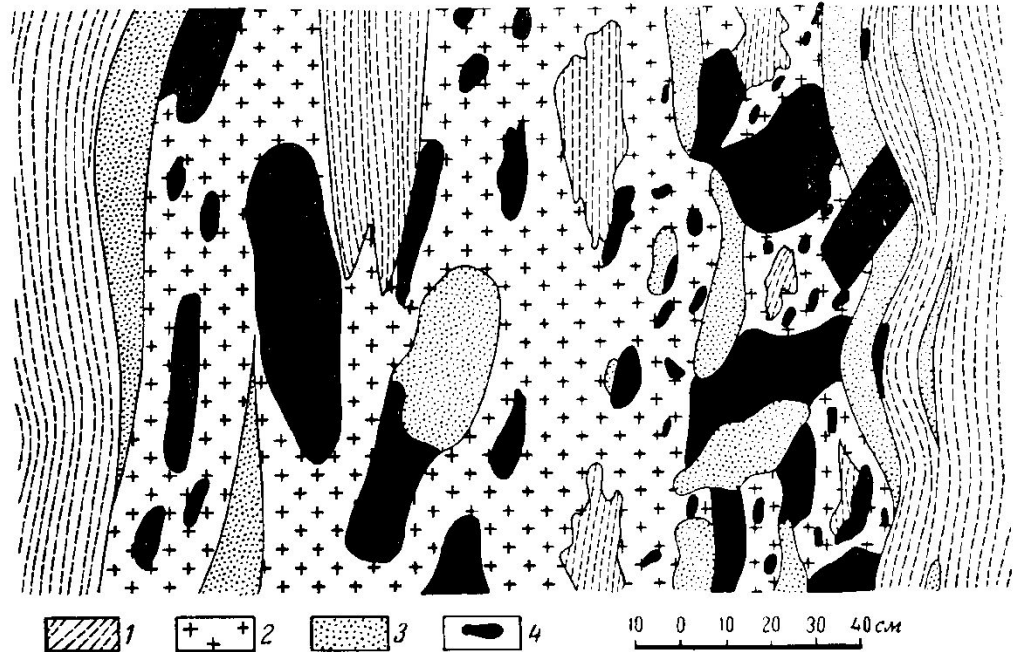


Рис. 62. Сечение перекристаллизованного пегматита жилы 4 Слюдяногорского месторождения. По Г. Кулешову и др.

1 — гнейсы; 2 — мелко- и среднезернистый пегматит; 3 — кварц; 4 — мусковит

### 3. Класс метасоматически замещённые пегматиты

МПИ встречаются в фундаментах всех древних платформ и в Рн складчатых поясах, в областях ТМА (Бразилия, Австралия;

Россия – Урал, Карелия, Сибирь и др.).

Полезные ископаемые:

**Li, Be, Y, Zr, Hf, Nb, Ta,**

цветные камни – горный хрусталь, топаз, аметист, аквамарин, гранаты.

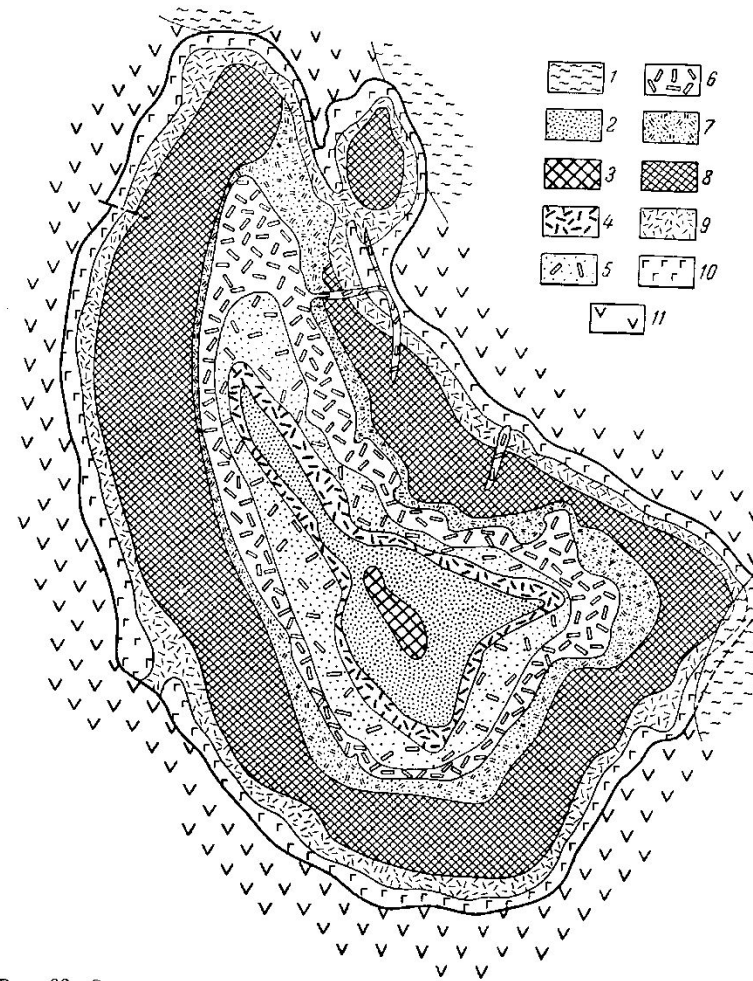


Рис. 63. Сечение метасоматически замещённого пегматита. По Н. Солодову

1 — напосы; 2 — зона блокового кварца; 3 — зона крупноблокового микроклина II; 4 — зона мелкопластинчатого альбита; 5 — кварц-сподуменовая зона; 6 — к-фелдспитовая зона (на внешней периферии этой зоны располагается маломощная зона сахаровидного альбита, не показанная на чертеже из-за его мелкомасштабности); 7 — зона кварц-мусковитовых гнезд; 8 — зона крупноблокового микроклина I; 9 — зона гнезд мелкозернистого альбита; 10 — графическая кварц-микроклиновая зона (местами сильно альбитизирована); 11 — вмещающие породы

# Гипотезы образования пегматитов

## **1. Магматогенно-гидротермальная** (А.Е. Ферсман, В. Никитин и др.).

Пегматиты продукт раскристаллизации остаточной магмы в условиях закрытой системы, при неограниченной растворимости воды. *Недостатки:* 1. Недоучет неограниченной растворимости в расплаве воды, проблема пространства (нужны большие открытые полости), 2. Не объяснена смена КПШ натриевыми за счет автометасоматоза.

## **2. Магматогенно-пневматолито-гидротермальная двухэтапная гипотеза** американских геологов Р. Джонса, Е. Камерона и др.

**1 этап** В ранний магматический этап система закрыта. В открытых полостях происходило их зональное заполнение простыми пегматитами при условии выноса части элементов.

**2 этап** Пневматолито-гидротермальный – система открыта, глубинные растворы метасоматически перерабатывали более ранние пегматиты и формировали сложные по составу тела. *Недостаток* – незначительные по масштабам следы выноса и привноса вещества за пределы пегматитовых тел.

### **3. *Метасоматическая двухэтапная гипотеза А.Н. Заварицкого.***

Предполагает преобразование любой исходной породы, близкой по составу к граниту.

**На 1 этапе** в условиях закрытой системы остаточные горячие газодные растворы находясь в химическом равновесии с вмещающими породами перекристаллизовывали их без изменения состава. Образуются простые крупнозернистые пегматиты.

**На 2 этапе** в обстановке открытой системы происходило растворение простых пегматитов и замещение их метасоматически переработанными.  
*Недостатки: 1. Не объясняет формирование пегматитов в негранитных породах, 2. Не объясняет отсутствие соответствующих масштабам данных процессов геохимических и метасоматических ореолов.*

### **4. *Ликвационная гипотеза*** (А.А. Маракушев, Е.Н. Граменицкий). Применима только для гранитных пегматитов и заключается в отщеплении от остаточной магмы особого флюидного расплава по механизму жидкостной несмесимости и подготовке к расслоению гранитного плутона. 1. Магма расщепляется на два расплава с близкими количествами в них алюмосиликатов. 2. Из магмы отделяется солевой расплав и пегматиты не образуются. 3. Непрерывный переход от алюмосиликатных расплавов к гидротермальным растворам.

## ***5. Метаморфогенная гипотеза В.Н. Мораховского.***

Объясняет образование пегматитовых провинций и полей развитых в фундаменте древних платформ для которых отсутствует пространственно-генетическая связь с интрузивными комплексами.

Образование пегматитов тесно ассоциирует с возникновением и развитием очаговых структур и протекает на фоне падения температур и давлений в шесть этапов.

### ***Спорные положения гипотез.***

1. Роль особого остаточного расплава.
2. Масштаб метасоматоза.
3. Источники флюидов.
4. Степень закрытости системы.
5. Растворимость воды.

***Не существует универсальной гипотезы. В конкретной геологической ситуации сохраняется актуальность отдельных положений всех гипотез.***

***Спасибо за внимание***