



Карбонатитовые месторождения

- Термин “**Карбонатит**” введен в 1921 году В. Бреггером. Он характеризовал этим термином редкую экзотическую группу пород эндогенного происхождения массива Фён в Норвегии.

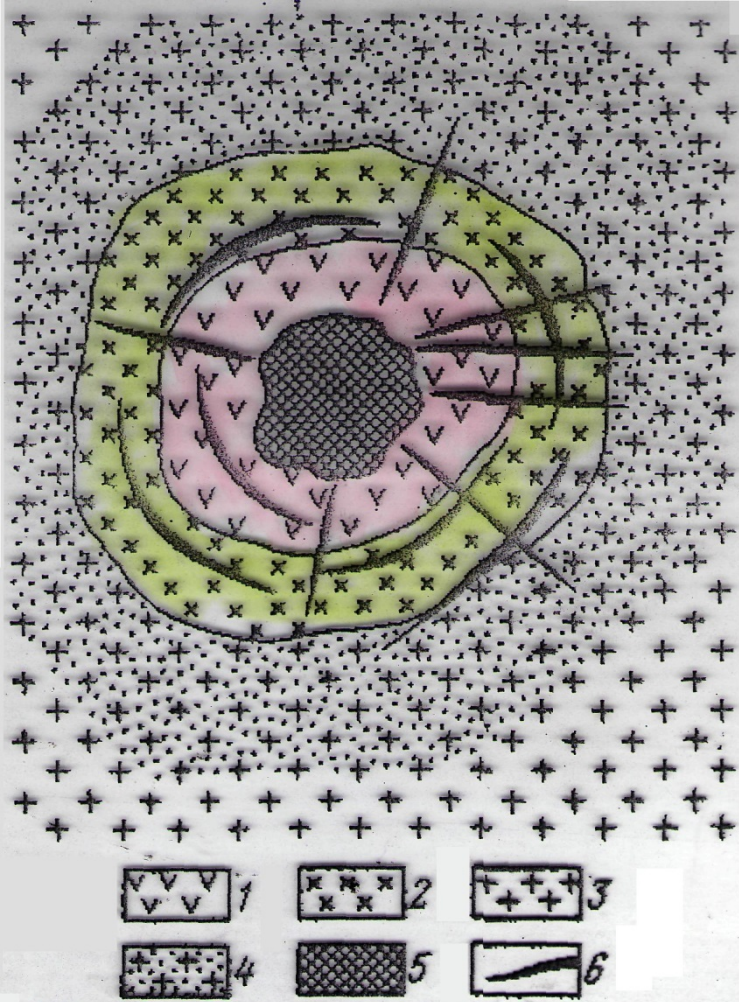
В 30-40-х годах 20 века в карбонатитах были установлены **пирохлор и апатит**. Но всё это были не месторождения. И только после 1954 года (работы А.Фаули, Р.Роу, В.Смита, В.Пикора и др.) стало ясно, что Nb месторождения карбонатитового типа существенно меняют экономику данного металла. Позднее это было установлено для TR, апатита, флогопита и др.

В СССР проблема карбонатитов начинает обсуждаться с 1957 года (работы Л.С. Бородина, А.И. Гинзбурга и др.).

В конце 60-х годов в СССР открыт ряд уникальных месторождений карбонатитового типа (В.Саян, Сибирская платформа)

Карбонатиты представляют собой эндогенные существенно карбонатные горные породы, породы, состоящие из **эндогенных карбонатных минералов (кальцит, доломит, анкерит, сидерит)**, находящиеся в пространственной связи с породами **щелочного, щелочно-ультраосновного состава** и разрывными нарушениями глубинного заложения.

Данные карбонатные породы обогащены **U, Th, TR, Nb**, а также апатитом, флогопитом, и рядом других полезных ископаемых (**флюорит, MoS_2 , сульфиды Cu, Pb**) и др.



Общая схема строения в связи со щелочными – ультра **ОСНОВНЫМИ** комплексами:

1- щелочные породы, 2 – ультраосновные породы, 3 - гнейсы, 4 - фениты, 5 – шток карбонатитов, 6 – жилы карбонатитов

При формировании **карбонатитов** наблюдается четкая последовательность:
кальцит→доломит→анкерит→???

На долю карбонатных минералов приходится до 80-99% объема породы.

На долю других 140-160 минералов приходится незначительная часть, но они определяют ценность таких месторождений:

бадделеит- ZrO_2 ;

гатчеттолит,

перовскит,

паризит и бастнезит.

Паризит, бастнезит, синхизит - карбонаты TR - $Ca(TR)CO_3F$

Известны карбонатиты **в связи только со щелочными породами**, либо вообще без какой-либо связи с магматическими образованиями (приразломные карбонатиты).



Рис. 1.3. Крупнозернистый форстерит-кальцитовый карбонатит II стадии с вкрапленным пироксеном (бурым), магнетитом (чёрный). Южный участок Белозиминского месторождения. Штуф, уменьшено в 2 раза.

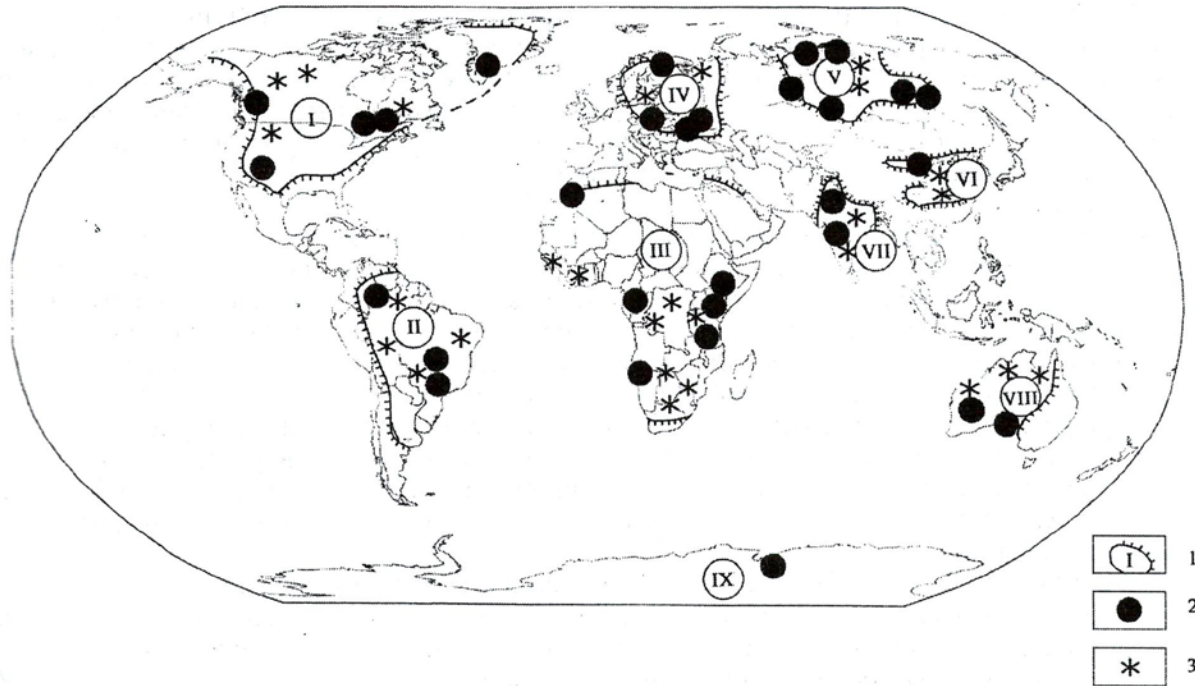


Рис. 2.1. Провинции карбонатитов и кимберлитов.

1 – провинции (древние платформы): I – Северо-Американская, II – Южно-Американская, III – Африканская
 IV – Восточно-Европейская, V – Сибирская, VI – Китайская, VII – Индийская, VIII – Австралийская, IX – Антарктическая
 2-3 – субпровинции, районы и поля: 2 – карбонатитов, 3 – кимберлитов.

В формировании комплекса щелочных-ультраосновных пород и карбонатитов выделяется **4 этапа**.

1. Формирование комплекса ультраосновных пород.
2. Формирование щелочно-у/основных пород (биотит и флогопитсодержащих).
3. Формирование щелочных пород группы нефелиновых сиенитов (возможно метасоматическая их породы).

Формирование образований 1-3 этапов сопровождается формированием *фенитов (в экзоконтакте), пироксен-флогопитовых и амфибол-флогопитовых образований (в эндоконтактах)*.

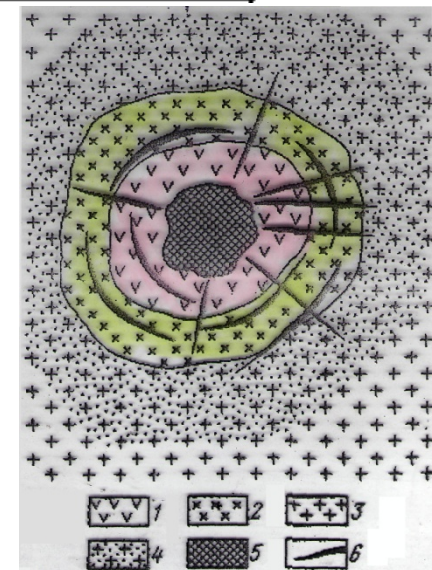
4. карбонатиты

Температура формирования карбонатитов 630-190°C

- Формирование карбонатитов - процесс **многостадийный**.
- По разным авторам от 3 до 6 стадий.

				
к/з кальцитовые карбонатиты с минералами Ti,Zn	с/з кальцитовые карбонатиты с Ti, Zr, U, TR, Nb, Th-минералы	Kal-Dol карбонатиты с пирохлором	Dol-Ank с паризитом, бастнезитом и т.д.	Ank карбонатиты

Морфология тел карбонатитов:
Трубки, жилы, конические жилы
Чаще всего трубообразные тела
неправильной формы.



Щелочно - у/основные породы с карбонатами представляют собой **вулкано-плутонические комплексы центрального типа.**

Характерна:

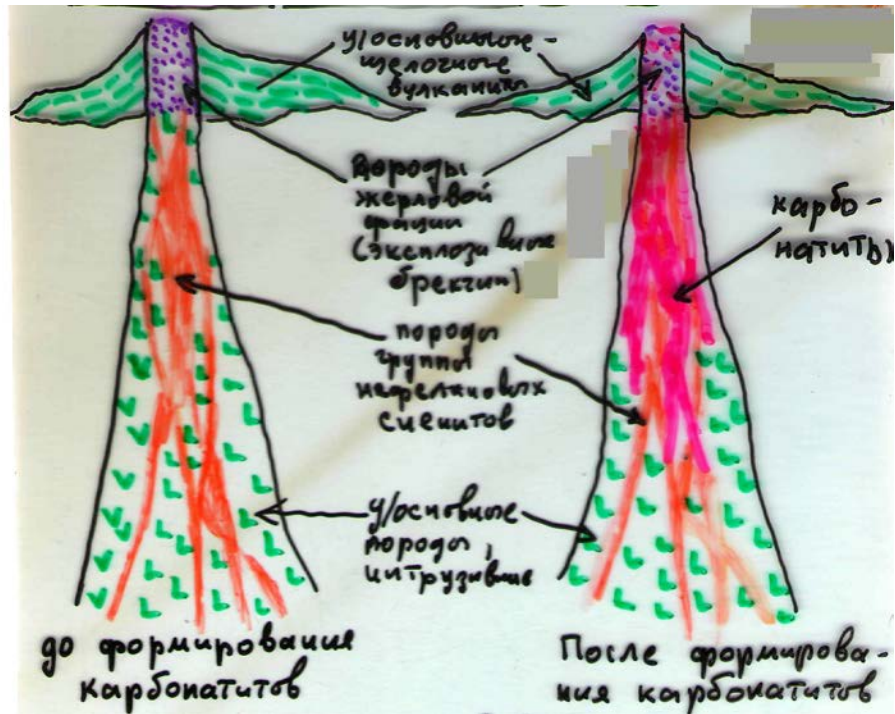
- округлая форма в плане,
- концентрическое строение,
- радиальные, конические и кольцевые дайки.

Редко встречаются: линейно-вытянутые и трещинные (жилообразные) комплексы.

По условиям формирования могут быть выделены комплексы двух типов:

1. **«открытые»**
2. **«закрытые» или «слепые»**

Схема вертикальной зональности массива открытого типа

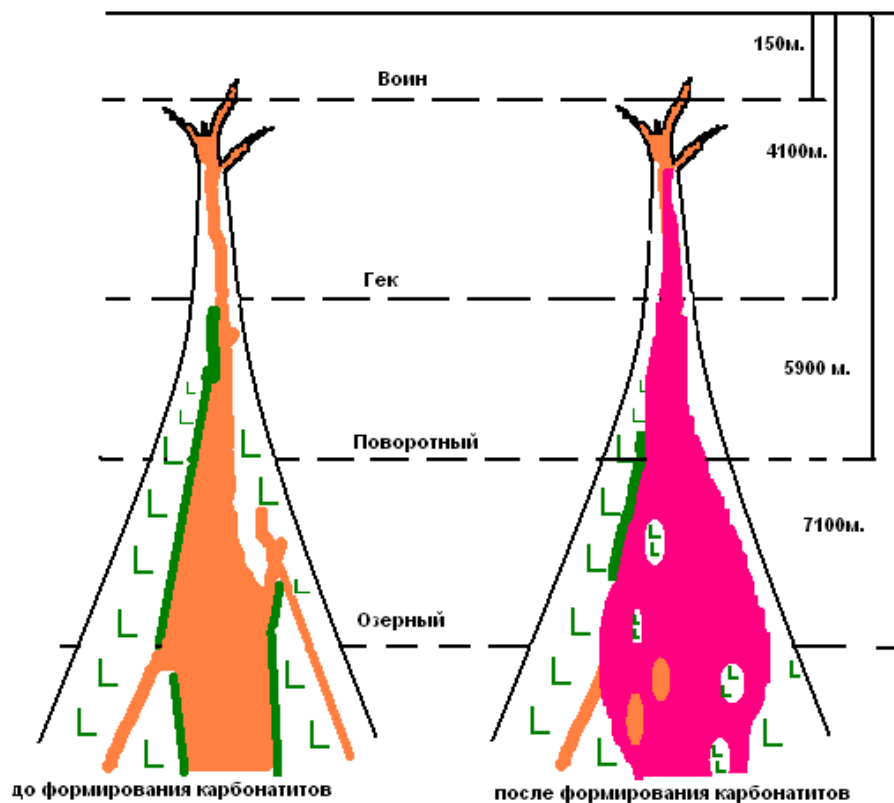


Размеры массивов от 0,7 до 1 км²

С глубиной количество карбонатитов уменьшается

Комплексы «закрытого» или «слепого» типов формировались на глубине и не имели выхода на дневную поверхность **в момент их формирования!!!**

Схема вертикальной зональности массива закрытого типа



Размер последовательно уменьшается с 10 км^2 (на глубине 6 км) до $0,03 \text{ км}^2$ на глубине 1 км и на поверхности.

По мере уменьшения глубины формирования высоко T^0 разности сменяются низко T^0 .

Точки зрения на генезис карбонатитов.

1. Первые находки карбонатитов трактовались как **останцы захваченных осадочных карбонатных пород**. Но изучение особенностей взаимоотношения пород, их минерального состава, геохимических особенностей пород исключило эту точку зрения из рассмотрения.
2. **Магматическое происхождение карбонатитов доказывал еще норвежец В.Брёггер (1921-1922гг)**. Эту точку зрения отстаивают В.Пикор, Х.Эккерман, и др., а из советских (российских) исследователей Л.Егоров и А.Жабин.

В качестве доказательства магматического происхождения карбонатитов приводятся следующие факты:

1. **существование щелочно-углекислых, кальциево-углекислых лав (вулкан Олдолио Ленгай, Танзания).**

Начиная с 1880 года было зарегистрировано 11 извержений (последнее 1966-1967гг).

Лавы последнего извержения представлены бурым карбонатом натрия, флюоритом.

Химический состав;%

SiO ₂ -сл-1,18	<u>CaO</u> -12,74-19,09
TiO ₂ -0,1-0,8	MgO-0,41-2,35
Al ₂ O ₃ -0,08-1,70	<u>Na₂O</u> -29,00-30,00
MnO-0,04-0,24	P ₂ O ₅ -0,83-1,06
BaO-0,95-1,05	CO ₂ -30,73-32,40
SrO-0,85-1,24	H ₂ O-1,81-8,59
F-1,84-2,69	Cl-2,07-3,86
SO ₃ -2,00-2,88	La-0,04%
	Nb-0,0015%

Олдонио-Ленгаи





Олдонио-Ленгаи расположен в рифте Грегори на севере Танзании. Начиная с 1983 года в кратерной части вулкана формируются небольшие конуса, изливающие натрокарбонатные (содовые) лавы при температурах 520-580 С. 30 марта 2006 года, по сообщению IPP-Media над кратером поднялся высокий столб пепла, что обычно предшествует крупным эксплозивным извержениям Олдонио-Ленгаи. Был объявлен "оранжевый уровень" опасности и из окрестностей вулкана эвакуированы 3000 жителей. Последнее эксплозивное извержение вулкана было в августе 1966 - июле 1967. Пеплы выпадали за 190 км от вулкана, в Найроби.

Кальциево-углекислые лавы встречены в районе вулкана Налианго, где они представлены пузырьчатой светло-серой породой с фенокристаллами биотита. Основная масса спутанно-волокнистая с микролитами пироксена, оливина, биотита, магнетита, ильменита, апатита, кальцита.

CaO-35-36%

CO₂-11,3%

SiO₂-13-13,8%

Fe суммарное - 52%

Температура формирования карбонатитов 630-190°C

Кальцит плавится при 1339°C.

Эксперименты свидетельствуют, что система CaO-CO₂-H₂O (Ф.Сыромятников, О.Таттл и др.) может существовать при довольно узком интервале: 640-685°C

Данный жидкий расплав содержит газовую и жидкую фазы: 95%H₂O-5%CO₂.

Отмечают, что **по вязкости это больше не расплав, а жидкость**, и неизвестно как ее называть **магмой** или **гидротермальным раствором** (Г.Барт).

3. Метасоматическая природа карбонатитов.

Признаки:

1. Общая тенденция развития минеральных парагенезисов, соответствующая изменению режима кислотности в сторону уменьшения pH.
2. Реликты исходных пород среди карбонатитов.
3. Зависимость текстурно-структурных особенностей карбонатитов от текстур и структур вмещающих пород, от этого зависит и состав темноцветных компонентов.
4. Избирательный характер развития карбонатитового процесса.

У/основные породы замещаются более интенсивно, чем нефелиновые сиениты.

Проблема генезиса карбонатитов связана с проблемами взаимодействия системы **кора-верхняя мантия**, происхождением и эволюцией щелочно-базальтоидного магматизма.

Основные рудные формации

Апатит-магнетитовая (Ковдорское месторождение с бадделеитом).
Гатчеттолит-пирохлоровая (В.Саян, Белозиминское месторождение)
Колумбит-бастнезит-паразитовая (месторождение Маунтин-Пасс)

Месторождение Маунтин-Пасс локализуется вблизи крупного штока **ШОНКИНИТОВ.**

Самое крупное рудное тело Салфайд-Куин → 200*700м

Зафиксировано > 200 карбонатных жил мощностью до 7,00 метров и протяженностью до сотен метров.

Рудное тело представлено CaCO_3 с карбонатами TR .

Содержание TR_2O_3 до 10%.

Вокруг рудного тела доломитовые породы. Содержание TR_2O_3 до 0.5-1%

Подсчитанные запасы-25 млн.т.

Прогнозные-100 млн.т.

При содержании TR_2O_3 -5-10%

Попутно добывается BaSO_4 , а также может извлекаться TR.

Медная (Палабора)

Флогопит - вермикулитовая (Ковдор)

Пирохлор-монацит-крандаллитовая (Якутия, Томтор)

Пирохлор-монацитовая (Красноярский край, Чуктуконское)

Месторождение Томтор

Содержания в балансовых рудах составляют: Nb_2O_5 6,71%, Y_2O_3 0,595%; Sc_2O_3 0,048%, TR_2O_3 9,53%.

Руды участка первоочередной отработки (Буранный) при планировавшихся незначительных объёмах добычи хватит более чем на 100 лет эксплуатации при окупаемости основных фондов предприятия от 4 до 7 лет.

На сегодняшний день Томторское месторождение является лидером среди редкометалльных гигантов. По запасам и концентрациям Nb_2O_5 и TR_2O_3 , оно превышает все известные мировые аналоги и является уникальным. Так, месторождение Араша (Бразилия), дающее более 80% мировой добычи ниобия, содержит руды с концентрациями 2,5% Nb_2O_5 , а в крупнейшем редкоземельном месторождении Баюнь Обо (Китай), редкоземельной продукцией которого на 97% заполнен мировой рынок, содержатся TR_2O_3 в руде около 10%.