

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

К. А. Савко, И. П. Лебедев

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ
РЕДКИХ И РАССЕЯННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ**

Учебное пособие для вузов

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2015

Содержание

Введение.....	4
1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛИТОФИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	6
1.1. Литий (Li).....	6
1.2. Рубидий (Rb) и цезий (Cs).....	11
1.3. Бериллий (Be)	12
1.4. Цирконий и гафний (Zr и Hf)	19
1.5. Ниобий и тантал (Nb и Ta)	20
1.6. Редкоземельные элементы (иттрий и лантаноиды Y и TR).....	28
1.7. Рений (Re)	36
2. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХАЛЬКОФИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ	38
2.1. Кадмий (Cd)	38
2.2. Галлий (Ga)	39
2.3. Индий (In)	40
2.4. Таллий (Tl)	41
2.5. Германий (Ge).....	43
2.6. Селен (Se).....	45
2.7. Теллур (Te).....	46
3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ СИДЕРОФИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	48
3.1. Скандий (Sc)	48
Литература	53

1. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛИТОФИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

1.1. ЛИТИЙ (Li)

Общие сведения, свойства

Литий – элемент первой группы таблицы Д. Менделеева, имеет порядковый номер 3; открыт в 1817 г. шведским химиком А. Арфедсоном в петалите.

Природный литий – смесь двух изотопов Li^6 и Li^7 . Плотность лития – $0,5 \text{ г/см}^3$, температура плавления 180°C , кипения – 1317°C .

Литий обладает пластичностью и вязкостью, твердость 0,6. Он легко сплавляется почти со всеми металлами, образуя твердые растворы или интерметаллические соединения.

Области применения

Традиционными областями использования лития являются военная техника, стекольная и керамическая отрасли промышленности, производство флюсов, припоев, смазок, щелочных аккумуляторов, приборов для кондиционирования воздуха. В последние годы литий нашел применение при получении алюминия, наметились большие перспективы его использования в легких конструкционных материалах. Li^6 – единственный источник получения радиоактивного изотопа водорода-третия – основного «горючего» компонента водородных бомб. Литий – теплоноситель ядерных реакторов благодаря большой разнице между температурой плавления и кипения.

Геохимия и минералогия

Кларк лития 27 г/т. Содержание его в магматических породах возрастает от ультраосновных к кислым породам. Всего установлено 54 минерала лития. Большинство минералов представлено силикатами и фосфатами. В половине всех минералов лития, в том числе в большинстве его силикатов, К и Na, реже Cs и Rb находятся в формульных количествах, могут присутствовать Ca, Ba и Sr; особенно характерен гетеровалентный изоморфизм. В природе наиболее широко проявлено изоморфное замещение литием магния и двухвалентного железа.

Главными промышленными минералами являются: сподумен $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ (содержание лития 5,8–7,6 %), лепидолит (лития 3,2–4,4 %), петалит $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ (лития 3,4–4,1 %), амблигонит-монтебразит LiAlPO_4F (лития 4,6–9,1 %).

В богатых рудах содержание Li_2O 1,3–1,5 %, редко достигает 2 %, в бедных – 0,6–1 %.

Промышленные типы месторождений

Промышленные концентрации лития образуются как в эндогенных, так и экзогенных процессах рудообразования. Ведущими промышленными типами месторождений являются гранитные пегматиты, а также природные высокоминерализованные воды (рапа соляных озер, рассолы, термальные воды). Меньшее значение имеют грейзеновые и гидротермальные месторождения.

ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Месторождения гранитных пегматитов

Альбит-сподуменовые пегматиты с колумбитом и бериллом. Наиболее характерные месторождения этого типа находятся в России (Колмозерское, Полмостундровское, Тастыгское), известны в США (Кингз-Маунтин) и Афганистане (Дарае-Пич). Месторождения приурочены к метаморфическим, реже интрузивным породам разного возраста от протерозоя до мезозоя.

Альбит-сподуменовые пегматиты группируются в протяженные зоны. Форма рудных тел – плитообразные жилы с раздувами. Протяженность пегматитовых жил 500–3000 м, мощность 10–40 м. Залегание жил, как правило, согласное с региональным простиранием пегматитового поля.

Главные минералы – кварц, альбит и сподумен, количество микроклина не превышает 15 %; из второстепенных минералов встречаются мусковит, турмалин, апатит, касситерит, гранат. Наряду со сподуменом нередко присутствуют берилл, колумбит и др.

Альбит-сподуменовые пегматиты характеризуются наименее отчетливой зональностью и самой низкой степенью дифференциации. В их внутреннем строении принимают участие всего три зоны: мелкозернистая кварц-альбитовая, кварц-альбит-сподуменовая и блокового микроклина (рис. 1).

Альбит-сподуменовые пегматиты представляют собой крупные месторождения лития (с попутным извлечением Та и Ве). Сподумен образует крупные кристаллы размером до 50 см, редко до 2 м.

Среднее содержание Li_2O – 1–1,5 %. Запасы Li_2O исчисляются сотнями тысяч тонн.

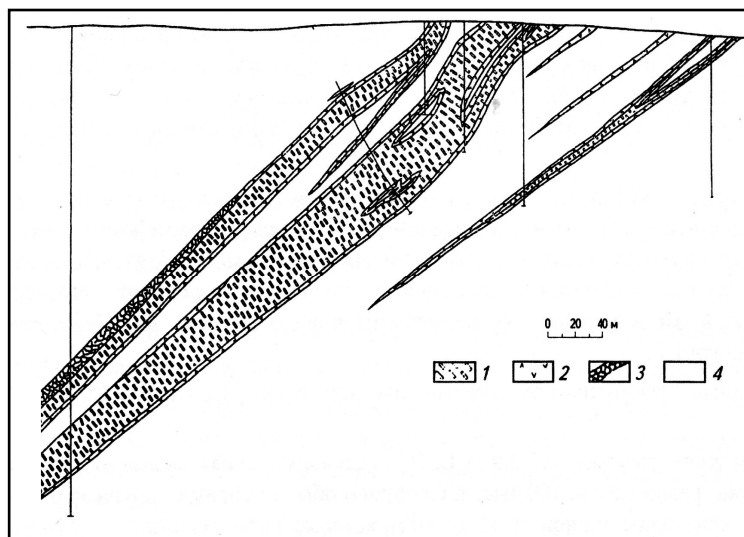


Рис.1. Геологический разрез по жилам альбит-сподуменовой пегматиты
(Н.А. Солодов, 1957):

1 – кварц-альбит-сподуменовая зона; 2 – среднезернистая кварц-альбитовая зона; 3 – интенсивно выщелоченный кавернозный пегматит; 4 – габбро-анортозит

Сподумен-микроклин-альбитовые пегматиты с лепидолитом, петалитом, поллуцитом, танталатами и бериллом представляют один из наиболее важных типов промышленных редкометальных месторождений. Они известны во многих пегматитовых полях мира от позднеархейской до герцинской эпох. К месторождениям этого типа относятся Бикита (Зимбабве), Карибиб (Намибия), Берник-Лейк (Канада), Васин-Мыльк (Россия) и др. Обычно сподумен-микроклин-альбитовые пегматиты залегают в метаморфических породах и ассоциируют с микроклиновыми, микроклин-альбитовыми и альбитовыми разностями. При этом они более удалены от магматического очага, чем микроклиновые и микроклин-альбитовые пегматиты. Месторождения представлены крупными линзо- и жиллообразными телами. Длина их измеряется многими сотнями метров (в отдельных случаях превышает 1 км), мощность 5–50 м (иногда до 150 м).

Сподумен-микроклин-альбитовые пегматиты отличаются от всех типов пегматитов наибольшей сложностью минерального состава. Наряду с главными минералами – альбитом, микроклином и кварцем – в жилах присутствуют мусковит, апатит, гранат, турмалин. Редкометальные минералы представлены сподуменом, петалитом, лепидолитом, амблигонитом, эвкриптитом, поллуцитом, бериллом, танталитом и др.

Внутреннее строение рассматриваемых пегматитов характеризуется самой высокой степенью дифференциации (рис. 2): в отдельных жилах выделяется 11 зон, в большинстве пегматитов 3–7 зон.

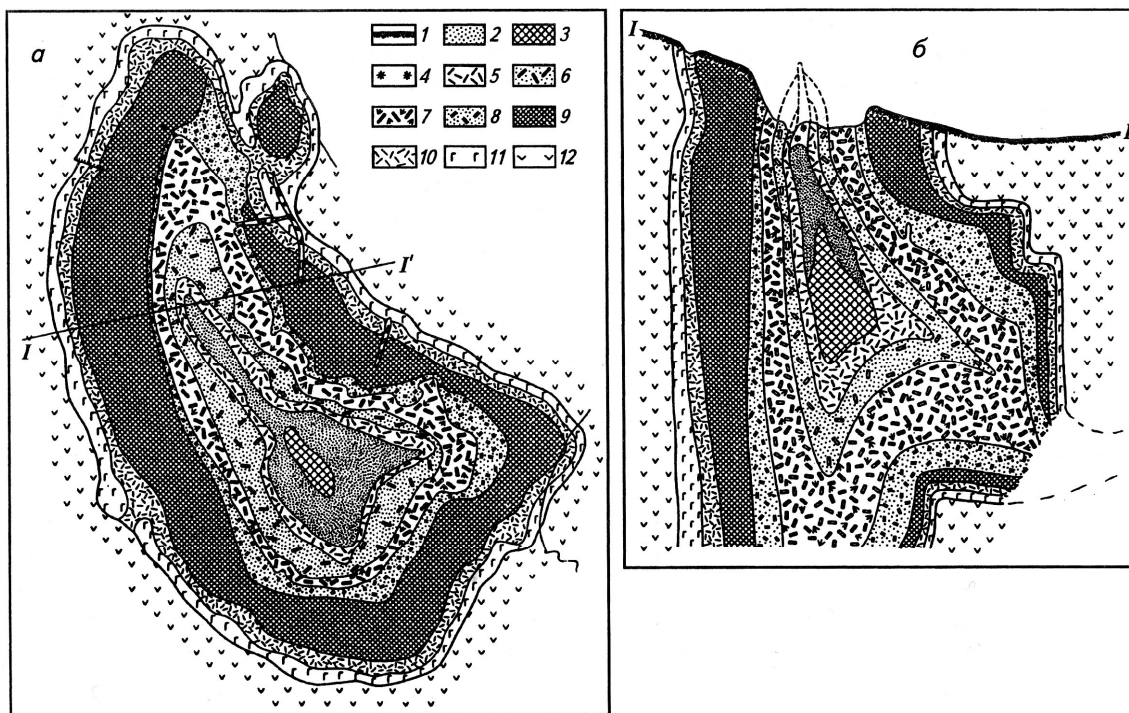


Рис. 2. Геологический план (а) и разрез (б) по жиле сподумен-микроклин-альбитового типа КНР, Коктогай (Н.А. Солодов, 1952):