*Записки Ленинградского ордена Ленина,
ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 2, 1974 г.*

СТАДИИ ПЕГМАТИТООБРАЗОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ТИПОВ ПЕГМАТИТОВ

Доктор геол.-мин. наук С. А. РУДЕНКО
(Ленинградский горный ин-т).
старший геолог В. П. ЗУЕВА
(Северо-Западное террит. геолог. управление)

Проблема эволюции типов пегматитов может быть рассмотрена в нескольких аспектах.

I. Сопоставление типоморфных особенностей породообразующих минералов пегматитов свидетельствует о том, что эти особенности закономерно изменяются в пределах отдельных пегматитовых тел, пегматитовых полей и пегматитов, принадлежащих разным формациям [5—8, 9, 16, 17, 21, 26, 39, 41 и др.].

Проследим те изменения, которые происходят по мере перехода от более ранних по времени образования пород пегматитовых тел (ортотектитовых и графических) к более поздним (блоковым и пегматоидным). Кали-натровые полевые шпаты становятся более бедными плагиоклазовым компонентом, в них возрастает содержание редких щелочных металлов (Li, Rb и Cs) и вместе с тем снижается основность пертитовых вростков. Плагиоклазы (типа андезина, чаще олигоклаза) обедняются анортитовым компонентом и снижается их общее содержание. В составе газово-жидких включений в кварце поздних генераций увеличивается содержание натрия с соответственным уменьшением содержания калия. В составе поздних генераций слюд по сравнению с ранними уменьшается содержание железа, титана и магния и увеличивается содержание лития, рубидия и цезия.

В пределах отдельных пегматитовых полей и провинций вариации типоморфных особенностей породообразующих минералов выявляются при сопоставлении безрудных пегматитов и пегматитов, несущих оруденение. В пегматитах, несущих оруденение, по сравнению с безрудными, уменьшается содержание плагиоклаза (типа олигоклаза) и его основность, возрастает степень альбитизации, в калишпатах и плагиоклазах возрастает содержание лития, рубидия, цезия и ряда других элементов-примесей, в слюдах уменьшается содержание железа, титана и магния, но возрастает содержание редких щелочных металлов; возрастает роль литиевых слюд. Содержание большинства элементов-примесей, как правило, выше в породообразующих минералах дифференцированных жил по сравнению с недифференцированными.

Сопоставим особенности породообразующих манералов разных формаций. В ряду керамические—слюдоносные—редкометальные—хрусталеносные пегматиты последовательно падает основность плагиоклаза и его содержание, возрастает содержание кварца и частота встречаемо-

сти (и размеры) друзовых полостей (занорышей). В отличие от рассмотренного ряда, в ряду керамические—слюдоносные—хрусталеносные—редкометальные пегматиты последовательно уменьшается содержание плагиоклазового компонента в калишпатах, увеличивается содержание почти всех щелочных металлов и некоторых других элементов-примесей в шпатах и слюдах, увеличивается степень альбитизации и роль литиевых слюд и, наконец, возрастает общее число минералов. Таким образом, по одним признакам хрусталеносные пегматиты занимают крайнее место в ряду формаций, а по другим — промежуточное.

В хрусталеносных пегматитах встречаются друзовые полости, возникающие в период формирования пегматоидных пород пегматита; они образованы кристаллами калишпата и кварца (Мурзинский тип). Распространены также более поздние по времени формирования (развитые под кварцевыми ядрами) полости, образованные только кристаллами кварца (Казахстанский или Светлинский тип) [3, 12, 22].

II. Значительный интерес с теоретической и практической точек зрения представляет выделение геологопромышленных типов пегматитов.

При типизации гранитных пегматитов, которую проводили многие исследователи, в расчет принимались типоморфные особенности и парагенезисы минералов [36], глубины формирования пегматитов и степень метаморфизма вмещающих пород с учетом типоморфизма минералов [7, 17, 33], распределение минеральных ассоциаций в пегматитах в связи с особенностями внутрирудной тектоники [18, 21, 25] и некоторые другие их особенности. В результате был обобщен очень большой и весьма ценный фактический материал, разносторонне характеризующий пегматиты. Вместе с тем анализ накопившихся данных — геологических и по типоморфизму минералов — вызывает необходимость внести некоторые коррективы в существующие классификации (табл. 1). Так, выясняется, что нет достаточных оснований для сохранения редкоземельных пегматитов в качестве самостоятельной формации, относящейся к наиболее глубинным образованиям. Эти пегматиты следует выделить в качестве одного из типов формации редкометальных пегматитов. Одним из аргументов для этого может служить геологическая позиция редкоземельных пегматитов Балтийского щита, а также их абсолютный возраст, который меньше, чем возраст слюдоносных пегматитов, и не больше (а может быть, и чуть меньше) возраста обычных редкометальных пегматитов. Имеются в виду примеры протерозойских пегматитов, связанных со щелочными гранитами, и некоторые другие [8, 16]. Весьма характерны также общеизвестные явления наложения редкоземельной минерализации на слюдоносные пегматиты Кольского полуострова. Все это хорошо согласуется с положением редкоземельных пегматитов, принятым в табл. 1. Однако следует заметить, что наличие в глубинных (керамических и мусковитовых) пегматитах архея и протерозоя Балтийского щита, Восточной Сибири и других районов убогой редкоземельной минерализации не дает основания для выделения особой редкоземельной формации, поскольку такая минерализация является в сущности «сквозной» для пегматитов всех формаций.

Говоря о принципах выделения отдельных типов пегматитов в пределах формаций, необходимо принимать во внимание следующие обстоятельства, которые могут определять особенности пегматитов: 1) специфику магматических очагов, с которыми связано образование пегматитов (магматический фактор); 2) нахождение пегматитов в разных по типу метаморфизма породах, принадлежащих определенной фациальной зоне метаморфизма (метаморфический фактор); 3) влияние на минерализацию пегматитов вмещающих и подстилающих горных пород

(литологический фактор); 4) степень проявления наложенных на пегматиты тектонических процессов и связанную с ними метасоматическую (постмагматическую) минерализацию (тектонический и постмагматический факторы).

Касаясь магматического фактора, отметим, что имеется в виду связь тех или иных пегматитов (генетическая или парагенетическая) с интрузиями различного типа гранитов. Эта связь достаточно отчетливо выявляется для формаций малых и средних глубин [4]. Она установлена и для более глубинных докембрийских комплексов [2, 8, 34].

Некоторые исследователи при классификации пегматитов отдельных формаций [32] главное значение придают метаморфическому фактору. Однако с этим трудно согласиться, так как очень часто ведущая роль в специфике и степени минерализации пегматитов литологического, тектонического и магматического факторов несомненна. Поэтому выделение различных типов пегматитов в нашей схеме сделано с учетом совокупного влияния всех названных выше факторов.

Особенностью предлагаемой классификации является более дробное, чем в прежних классификациях, подразделение пегматитов хрусталеносной формации. Здесь выделяется четыре типа пегматитов, причем второй из них (с порфиробластами кварца) встречен только среди внутригранитных (наиболее практически ценных) пегматитов и пока не обнаружен среди распространенных на Урале внегранитных хрусталеносных пегматитов.

Помимо выделенных типов пегматитов, встречаются пегматиты, которые по их особенностям следует относить к формациям промежуточного (слюдоносно-редкометального и редкометально-хрусталеносного) типа.

III. Известно, сколь большую роль для понимания сущности физико-химических процессов, лежащих в основе природных явлений минералообразования, играет учение о химическом и термодинамическом равновесии. Однако наряду с этим при выяснении генезиса минералов, горных пород и руд весьма ценную информацию можно получить, выявляя признаки неравновесности. Именно эти признаки были определяющими при разработке проблемы генезиса пегматитов исследователями, принадлежащими школе Ленинградского горного института. Одним из важнейших признаков неравновесности являются реликты. Среди них, в зависимости от масштаба, с которым мы подходим к оценке этого признака, следует выделить следующие типы.

1. Реликты подвергшихся переработке исходных материнских (обычно мелкозернистых) пород в пегматите. В отличие от ксенолитов эти реликты оконтурены гранями идиоморфных минеральных индивидов пегматита.

2. Реликты пород пегматитов, возникших на ранних стадиях процесса, в породах более поздних стадий (например, реликты графических пород в породах апографической структуры).

3. Реликты одних минералов в других. Такие реликты свойственны как бласто-, так и метакристаллам, в которых они располагаются иногда по зонам роста. Благодаря наличию реликтов эти кристаллы нередко имеют футлярообразное или скелетное строение. Реликты сохраняются, в частности, при образовании псевдоморфоз замещения, особенно типичных для некоторых редкоземельных минералов пегматитов.

4. Реликты первичных (неметаморфизованных) участков минеральных индивидов среди остальной (претерпевшей изменение) их части. Примером могут служить прозрачные, криптопертитовые, нерешетчатые участки в калишпатах, заключенные среди более интенсивно окрашен-

Формации пегматитов	Типы пегматитов	Основные породообразующие минералы	Общее число минералов	Типоморфные элементы[1]	Типоморфные парагенезисы, типоморфные и промышленноценные минералы	
					Рудные и редкие[1]	Диэлектрики, пьезоэлектрики, оптические кристаллы, самоцветы[2]
Керамическая	Керамический	Олигоклаз (реже андезин), микроклин, кварц, слюды	30—35	(U, Y, TR)	(Циркон, монацит, ортит, эвксенит)	—
Слюдоносная	Безрудный (керамический)			(U, Y, TR, Be)	(Уранинит, ортит, монацит, берилл)	—
	Мусковитовый					Мусковит
Редкометальная[6]	Безрудный (керамический)	Микроклин, олигоклаз, альбит, кварц, слюды	40—200	Разные из свойственных этой формации	Разные из свойственных этой формации	—
	Бериллиевый			Be, Nb, Ta, (Sn)	Берилл, колумбит	—
	Сподуменовый (литиевый)			Li, Be, Ta, Nb, (Sn)	Сподумен, берилл, танталит-колумбит, касситерит	—
	Поллуцитовый (литиево-цезиевый)			Ta, Cs, Be, Li, Rb, (Sn)	Поллуцит, сподумен, берилл, танталит, микролит, касситерит, фосфаты лития	Турмалины разных цветов и полихромные
	Лепидолитовый (фтор-литиевый)			Li, Ta, Be, (Sn)	Лепидолит, колумбит-танталит, касситерит	—
	Редкоземельный			TR, U, Th, Nb	Ортит, эшинит, эвксенит, самарскит, гадолинит, монацит, ксенотим, абукумалит, бетафит, торит, уранинит	Амазонит
Хрусталеносная	Бесполостной (керамический)	Микроклин, олигоклаз, альбит, кварц, слюды	До 75	Li, F, (Be)	—	—
	Бесполостной (с порфиробластами кварца)					
	С полостями Мурзинского типа					
	С полостями Казахстанского (Светлинского) типа					Кварц, топаз, берилл, флюорит

[1] В связи со спецификой различных металлогенических провинций парагенезис минералов и элементов в пегматитах того или иного типа может несколько изменяться.
[2] В этой графе не упоминаются полевые шпаты, так как пегматиты всех типов являются потенциальными источниками керамического сырья.
[3] Номер калишпата определяется по процентному содержанию в нем плагиоклазового компонента.
[4] Здесь не принимаются в расчет те генерации плагиоклаза, которые представлены поздним альбитом.

Таблица

гранитных пегматитов

минералы и особенности минералов					Геологическая обстановка			
Особенности альбита	Типы и разновидности слюд	Количество кварца, %	Состав (номер) калишпата[3]	Состав (номер) плагиоклаза[4]	Глубины становления пегматитов	Фация метаморфизма вмещающих пород	Материнские граниты[5]	Геологический возраст пегматитов
—	Биотит	20—30	50—15	40—15	Весьма большие	Гранулитовая фация, силлиманито-альмандиновая субфация амфиболитовой фации	Лейкократовые и аляскитовые	Архей, протерозой
—	Биотит, мусковит				Большие	Амфиболитовая фация (преимущественно дистено-альмандиновая субфация)		Протерозой
—	Биотит, мусковит	25—40	25—10	30—10	Средние, редко малые	Амфиболитовая фация (ставролито-альмандиновая субфация), эпидот-амфиболитовая фация, фация зеленых сланцев	Различные	Протерозой, палеозой, мезозой
Сахаровидный	Мусковит						Аляскитовые	
Пластинчатый (клевеландит), сахаровидный	Мусковит, литиевые слюды						Фтор-литиевые	
	Литиевые слюды, мусковит							
Сахаровидный, пластинчатый (клевеландит)	Биотит, мусковит						Щелочные	
—	Биотит, мусковит	30—75	30—10 (в заноpышах 20—4)	20—8	Малые	Амфиболитовая фация (ставролито-альмандиновая субфация), эпидот-амфиболитовая фация, фация зеленых сланцев	Лейкократовые и аляскитовые	Протерозой, палеозой, мезозой
Таблитчатый, пластинчатый, (клевеландит) в умеренном количестве	Биотит, мусковит, литиевые слюды, мелкочешуйчатые							

[5] К материнским здесь относятся граниты, геохимически близкие пегматитам, что обусловлено, по-видимому, наличием общего для тех и других магматического очага. Таким образом, тесная пространственная связь пегматитов с материнскими интрузиями не всегда обязательна.

[6] Различные типы пегматитов, относящиеся к редкометальной формации, отличаются друг от друга геохимической специализацией. Последовательное перечисление их (сверху вниз) отнюдь не означает последовательного уменьшения глубины формирования.

ной, макропертитовой части кристаллов, со свойственной ей микроклинной решеткой и большей степенью упорядоченности кристаллической структуры.

Наличие реликтов и целый ряд других признаков свидетельствуют о ведущей роли процессов перекристаллизации и метасоматоза в формировании как гранитных [11, 14, 15, 18—21, 26, 31, 34 и др.], так и негранитных [1, 10, 27—29, 35] пегматитов.

IV. После работ А. Н. Заварицкого и особенно В. Д. Никитина в отечественную литературу прочно вошло выделение главных стадий пегматитового процесса по способу образования минералов [1, 8, 27, 28, 37]. К выделенным уже стадиям перекристаллизации и метасоматоза, по нашему мнению, следует добавить еще и стадию свободной кристаллизации (разрастание минералов в занорышах пегматитов).

С позиций гипотезы «опережающей волны кислотных компонентов», которую развивает Д. С. Коржинский, стадии пегматитового процесса выделял Б. М. Шмакин [38].

Считая, что оба подхода при выделении стадий имеют рациональное зерно, мы все-таки отдаем предпочтение первому из них, при условии достаточно полной характеристики химизма процесса. Исходя из этого, дадим краткое описание отдельных стадий.

Стадия существенно перекристаллизации. На протяжении этой стадии процесс перекристаллизации, как известно, не всегда протекает в чистом виде, а нередко сопровождается метасоматическими явлениями. Причем происходит выщелачивание оснований или замещение сильных оснований более слабыми. Обратимся к примерам, подтверждающим это.

Пегматитовый процесс начинается с переработки исходных аплитов или гранитов в ортотектиты (или гранит-пегматиты), а затем в пегматит графической структуры. Очень часто графический пегматит развивается и непосредственно по гранит-аплиту. Весьма характерно, что процесс образования гранит-пегматитов и графических пегматитов сопровождается выщелачиванием из гранит-аплитов биотита (вынос Mg и Fe).

По мере преобразования ранних пород пегматитов в более поздние уменьшается основность плагиоклаза (вынос Ca, привнос Si и Na).

Образование пород апографической структуры нередко сопровождается «грейзенизацией пегматита» — гидролизом полевых шпатов, с замещением их мусковитом-I и кварцем (вынос K).

Процесс перекристаллизации завершается формированием кварцевых гнезд, или зон, окруженных идиоморфными кристаллами полевых шпатов. Наблюдения показывают, что при формировании кварцевых гнезд и зон зачастую происходит дополнительный привнос кремнезема, что характерно для некоторых типов редкометальных и особенно для хрусталеносных пегматитов.

Таким образом, стадия перекристаллизации с точки зрения химизма в известной мере близка к «кислотной» стадии [см. также 14, 23]. Однако имеются некоторые основания и для ее расчленения. Об этом можно судить по поведению кварца и полевых шпатов. Соотношение между растворимостью (а стало быть, и подвижностью) полевых шпатов и кварца меняется с изменением физико-химических условий. При формировании пород графической структуры вещество полевых шпатов обладает большей подвижностью, чем кварц. В дальнейшем, с понижением температуры, резко возрастает подвижность кварца. В этих условиях формируются породы апографической структуры, а затем и блоки кварца и полевых шпатов [18]. Изменение растворимости полевых шпа-

тов и кварца естественно связывать с изменением химизма растворов. Отметим, что В. Д. Никитин в свое время подчеркивал усиление роли натрия по мере развития явлений стадии перекристаллизации [18, 20]. Интересные в этом отношении соображения и данные приводятся Ю. Б. Мариным [16]. По этим данным первоначально постмагматические растворы, вызывающие перекристаллизацию, характеризовались высокой активностью калия (в период интенсивной перекристаллизации полевого шпата и пассивного поведения кварца). Понижение температуры растворов сопровождалось повышением активности натрия с соответствующим усилением интенсивности перекристаллизации кварца при пассивном поведении полевого шпата. Такое изменение химизма подтверждается при изучении состава газово-жидких включений.

Явления перекристаллизации, протекающие в условиях повышенной активности более сильного основания (калия), целесообразно отнести к ранней щелочной стадии. Тогда начало относительно кислотной стадии (протекающей в условиях повышенной, по сравнению с калием, активности натрия) совпадет с образованием пород апографической структуры и кварц-мусковитового комплекса (табл. 2).

Таблица 2

Схема основных стадий пегматитового процесса

Стадии		Образующиеся породы и минералы
по способу образования минералов	по особенностям химизма процесса	
Существенно перекристаллизации	Ранняя щелочная	Ортотектиты, гранит-пегматиты и графические пегматиты
	Кислотная	Апографические породы и кварц-мусковитовый комплекс; блоковые и пегматоидные кварц-полевошпатовые породы и кварцевые ядра
Метасоматическая	Поздняя щелочная	Слюды (мусковит-II, биотит, литиевые слюды), альбититы, гранат, турмалин, редкометальные и рудные минералы
Свободной кристаллизации		Друзы кварца и флюорита, другие минералы полостей

Метасоматическая стадия. В пегматитах слюдоносной формации эта стадия начинается с образования крупнокристаллических слюд (биотит-I и II, мусковит-II). Слюды замещают все породы пегматита, включая чисто кварцевые гнезда и зоны. Поэтому известная реакция образования слюд будет выглядеть (на примере мусковита) следующим образом:

$$\underset{\text{калишпат}}{3K\,[Al\,Si_3\,O_8]} + 2H_2O = \underset{\text{мусковит}}{KAl_2(OH)_2\,[Al\,Si_3O_{10}]} + \underset{\text{раствор}}{6Si\,O_2 + 2KOH}.$$

Здесь привлекает к себе внимание вынос кремнезема, а при образовании биотита еще и осаждение Mg и Fe. С точки зрения химизма, разрастание слюд определяет переход от кислотной стадии к поздней щелочной.

Типичными для этой стадии являются процессы альбитизации и метасоматического разрастания редкометальных и рудных минералов,

наиболее полно проявленные в пегматитах редкометальной формации. Иногда альбитизации предшествует образование друзовых полостей 1-го (Мурзинского) типа. Если в такие полости просачиваются растворы, обусловливающие метасоматические явления за их пределами, то на кристаллы калишпата и кварца нарастают альбит, лепидолит, берилл, топаз и другие минералы.

Стадия свободной кристаллизации. Одна из наиболее типичных особенностей пегматитового процесса состоит, как мы видели, в повышении по мере течения процесса химической активности натрия. На стадии перекристаллизации, однако, это проявляется на фоне преобладания роли кислотных компонентов. На метасоматической стадии об этом свидетельствуют явления альбитизации. На стадии свободной кристаллизации, как показывают особенности состава минералообразующей среды во включениях, щелочность растворов (при преобладании Na над K) еще повышается. Растворы интенсивно растворяют кварц кварцевых осей и ядер, в связи с чем образуются нередко крупные полости. Однако, как показывают исследования по синтезу кристаллов кварца, достаточно небольшого перепада температур (30—40°), чтобы процессы растворения сменялись процессами роста кварца — его свободной кристаллизацией. Вместе с тем в условиях природного минералообразования рост крупных кристаллов кварца может происходить за счет одновременного растворения мелких в процессе формирования полостей и при отсутствии ощутимого перепада температур.

V. Рассмотренные стадии формирования пегматитов по-разному проявляются в пегматитах разных формаций. Процессы, свойственные стадии перекристаллизации, как правило, являются главными в пегматитах слюдоносной формации. В редкометальных пегматитах значительно более интенсивно проявлено метасоматическое минералообразование, а в хрусталеносных — стадия свободной кристаллизации. Иными словами, чем меньше глубина формирования пегматитов и их геологический возраст, тем интенсивнее проявлены в них более поздние (низкотемпературные) стадии формирования.

Таким образом, важная закономерность эволюции процессов минералообразования во времени, подмеченная многими геологами — Дж. Ноблом [24], Шнейдерхёном [40] и в особенности Д. В. Рундквистом [30], находит подтверждение и на примере пегматитов (см. также [17]).

Можно назвать три главных причины различия в минерализации пегматитов разных формаций.

Во-первых, минерализация зависит от удаленности пегматитов от материнских магматических очагов, являющихся источником расплавов при образовании исходных пород (гранит-аплитов) и постмагматических растворов, под влиянием которых гранит-аплиты перерабатываются в пегматит. Чем больше это расстояние, тем больший путь проходят растворы, а из-за различной подвижности компонентов происходит более интенсивно проявленная их дифференциация («специализация»). Кроме того, чем больше путь просачивания растворов, тем они станут «холоднее», и поэтому будет больше шансов проявления в пегматитах низкотемпературных стадий минерализации.

Во-вторых, особенности минерализации пегматитов определяются теми P—T условиями, в которых происходит их формирование в зависимости от глубинности и (или) степени метаморфизма вмещающих пород [7, 33]. От этого прежде всего зависит скорость их охлаждения [31].

Наконец, в-третьих, имеет значение генетическая (или парагенетическая) связь пегматитов с гранитами разного типа.

При сопоставлении особенностей пегматитов разных формаций

нельзя не остановиться на месте в эволюционном ряду хрусталеносных пегматитов, причем речь идет в основном о внутригранитных хрусталеносных пегматитах. По ряду «типоморфных признаков» (содержанию кварца в породе, наличию занорышей и некоторым другим) эти пегматиты занимают «законное» (крайнее) место в эволюционном ряду. По многим другим признакам (например, по числу минералов, составу породообразующих минералов, содержанию элементов-примесей в породообразующих минералах и т. д.) хрусталеносные пегматиты, как мы уже отмечали, занимают промежуточное положение между пегматитами слюдоносной и редкометальной формаций. В чем же причина такой двойственной позиции хрусталеносных пегматитов? Наличие признаков, определяющих их нормальное положение в эволюционном ряду, определяется самыми малыми глубинами формирования. Иначе обстоит дело с удаленностью от материнского магматического очага. На сравнительно малом удалении от материнских очагов формируются, как известно, пегматиты слюдоносной формации, а на значительно большем — редкометальные пегматиты. Материнским очагом хрусталеносных (внутригранитных) пегматитов скорее всего являются донные части многофазных интрузий, с которыми они генетически связаны. Таким образом, хрусталеносные пегматиты, будучи образованиями сравнительно малых глубин, вместе с тем формируются (подобно слюдоносным пегматитам) на малом удалении от материнских очагов, чем и определяется их промежуточное (по ряду признаков) положение между слюдоносными и редкометальными пегматитами. Известное значение имеет, конечно, и геохимическая специфика самих материнских очагов, под влиянием погонов которых формируются пегматиты.

Особенности различных типов пегматитов отчасти обусловлены теми же факторами, что и пегматитов разных формаций, но главное различие в их минерализации определяется литологическим (влияние подстилающих и вмещающих пород) и особенно тектоническим факторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумова Н. Б. Щелочные пегматиты Елетьозерского массива габброидных и щелочных пород (Северная Карелия). Сов. геология, 1966, № 5.

2. Батиева И. Д., Бельков И. В. Гранитоидные формации Кольского полуострова. — В сб.: Очерки по петрологии, минералогии и металлогении гранитов Кольского полуострова. Л., «Наука», 1968.

3. Бескин С. М., Эфрос Б. Д. Основы классификации пегматитов формации малых глубин и методика выделения продуктивных объектов. Тр. ВНИИСИМС, т. 11, М., «Недра», 1969.

4. Бескин С. М., Марин Ю. Б. Некоторые вопросы изучения гранитоидных формаций малых и средних глубин. Зап. Всесоюзн. минерал. общ., ч. 101, вып. 2, 1972.

5. Вовк П. К., Павлишин В. И., Сорокин Ю. Г. Полевые шпаты пегматитов Волыни. Минерал. сб. Львовск. гос. ун-та, вып. 1, 1968.

6. Гинзбург А. И. Геохимические особенности пегматитового процесса. — В кн.: Минералогия и генезис пегматитов. Докл. сов. геологов на XXI сессии Междунар. геол. конгр., пробл. 17. М., изд-во АН СССР, 1960.

7. Гинзбург А. И., Родионов Г. Г. О глубинах образования гранитных пегматитов. Геол. руди. м-ний, 1960, № 1.

8. Гордиенко В. В. Минералогия, геохимия и генезис сподуменовых пегматитов. Л., «Недра», 1970.

9. Дядькина И. Я. О направленности процесса слюдообразования в пегматитах. Зап. Всесоюзн. минерал. общ., ч. 98, вып. 3, 1969.

10. Заварицкий А. Н. Геологический и петрографический очерк Ильменского заповедника. Изд. Главн. упр. по заповедникам, 1939.

11. Заварицкий А. Н. О пегматитах как образованиях промежуточных между изверженными горными породами и рудными жилами. Зап. Всесоюзн. минерал. общ., ч. 76, вып. 1, 1947.

12. Захарченко А. И. Внутригранитные пегматиты и особенности их форми-

рования. Докл. сов. геологов на XXII сессии Междунар. геол. конгр., пробл. 6. М., «Недра», 1965.

13. Коржинский Д. С. Петрологический анализ флогопитовых и мусковитовых месторождений Восточной Сибири. Л.—М., ОНТИ, 1937.

14. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. — В сб.: Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М., изд-во АН СССР, 1953.

15. Лунц А. Я. Минералогия, геохимия и генезис редкоземельных пегматитов щелочных гранитов Северо-Запада СССР. М., «Недра», 1972.

16. Марин Ю. Б. Варианты собирательной перекристаллизации породообразующих минералов гранитов в связи с особенностями возникновения разных типов пегматитовых пород. — В сб.: Пегматиты (минералогия, генезис и промышленная оценка). Изд. ЛГИ, 1972.

17. Недумов И. Б. Роль геологических факторов в формировании пегматитов и некоторых других эндогенных месторождений, связанных с гранитами. — В сб.: Новые данные по геологии, геохимии и генезису пегматитов. М., «Наука», 1965.

18. Никитин В. Д. Процессы перекристаллизации и метасоматоза в слюдоносных и керамических пегматитах. Зап. ЛГИ, т. 27, вып. 2, 1952.

19. Никитин В. Д. Особенности процессов формирования минералов при метасоматических явлениях. Тр. Федоровской научной сессии 1953 г. Журн. «Кристаллография», изд. ЛГУ, 1955.

20. Никитин В. Д. К теории генезиса пегматитов. Зап. ЛГИ, т. 30, вып. 2, 1955.

21. Никитин В. Д. Пегматитовые месторождения. — В сб.: Генезис эндогенных рудных месторождений. М., «Недра», 1968.

22. Никитин В. Д., Руденко С. А., Эшкин В. Ю. К генезису хрусталеносных пегматитов Урала. Зап. ЛГИ, т. 52, вып. 2, 1967.

23. Никитин В. Д., Рундквист Д. В. Влияние динамики тектонических движений на процессы гидротермального минералообразования. Зап. Всесоюзн. минерал. общ., ч. 96, вып. 5, 1967.

24. Нобл Дж. Классификация рудных месторождений. — В кн.: Проблема рудных месторождений. ИЛ, 1958.

25. Родионов Г. Г. О типах пегматитов и некоторых особенностях пегматитообразования. Докл. сов. геологов на XXII сессии Междунар. геол. конгр., пробл. 6. М., «Недра», 1965.

26. Руденко С. А. Полевые шпаты керамических пегматитов Южной Карелии. Зап. ЛГИ, т. 27, вып. 2, 1952.

27. Руденко С. А. О природе циркона щелочных пегматитов Приазовья. Зап. ЛГИ, т. 33, вып. 2, 1958.

28. Руденко С. А. Генезис и структурные особенности мариуполитов. Зап. ЛГИ, т. 43, вып. 2, 1962.

29. Руденко С. А. Основные закономерности процесса формирования пегматоидных пород и пегматитов в щелочных массивах. Докл. сов. геологов на XXII сессии Междунар. геол. конгр., пробл. 6. М., «Недра», 1965.

30. Рундквист Д. В. Эволюция рудообразования во времени. — В кн.: Геологическое строение СССР, т. 5. М., «Недра», 1969.

31. Рыцк Ю. Е. О причинах, определяющих слюдоносность пегматитов. Зап. Всесоюзн. минерал. общ., ч. 98, вып. 4, 1969.

32. Салье М. Е., Гордиенко В. В., Глебовицкий В. А. Металлогенические формации пегматитов восточной части Балтийского щита. — В кн.: Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Л., изд ВСЕГЕИ, 1971.

33. Соколов Ю. М. Метаморфогенные мусковитовые пегматиты. Л., «Наука», 1970.

34. Сучков П. Н., Бушев А. Г., Давиденко И. В. Месторождения мусковита в гранит-пегматитах. Сов. геология, 1970, № 5.

35. Успенский Н. М. Негранитные пегматиты. М., «Недра», 1965.

36. Ферсман А. Е. Пегматиты. М., изд-во АН СССР, 1940.

37. Шавло С. Г. Пегматиты и гидротермалиты Калбинского хребта. Алма-Ата, изд-во АН КазССР, 1958.

38. Шмакин Б. М. Волна кислотности послемагматических растворов в слюдоносных пегматитах. Докл. АН СССР, т. 152, № 4, 1963.

39. Шмакин Б. М. Типохимические особенности главных минералов мусковитовых пегматитов Восточной Сибири. — В сб.: Геохимия пегматитов Восточной Сибири. М., «Наука», 1971.

40. Шнейдерхён Г. Рудные месторождения. Изд-во ИЛ, 1958.

41. Шуркин К. А. и др. Беломорский комплекс Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова. М.—Л., изд-во АН СССР, 1962.