УДК 553.6

Ю.В.ЛИР, *д-р геол.-минерал. наук, профессор, grmpi@spmi.ru*
Д.В.НИКИТИН, *канд. геол.-минерал. наук, доцент, grmpi@spmi.ru*
А.Я.ТУТАКОВА, *канд. геол.-минерал. наук, ассистент, atutakova@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

Yu.V.LIR, *Dr. in geol. & min. sc., professor, grmpi@spmi.ru*
D.V.NIKITIN, *PhD in geol. & min. sc., associate professor, grmpi@spmi.ru*
A.Y.TUTAKOVA, *PhD in geol. & min. sc., assistant lecturer, atutakova@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

СТРУКТУРЫ ПЕГМАТИТОВЫХ ПОЛЕЙ

Особенности структур пегматитовых полей рассмотрены на примере слюдоносных пегматитов Карело-Кольской и Мамско-Витимской слюдоносных провинций и камерных гранитных пегматитов Центрального Казахстана. Обращено внимание на влияние физико-механических свойств вмещающих пород на форму и размещение пегматитовых тел, приуроченность их к постскладчатым разрывным нарушениям.

***Ключевые слова*:** пегматитовое поле, слюдоносный пегматит, камерный пегматит, разрывные структуры, физико-механические свойства.

THE PEGMATITE FIELDS STRUCTURES

The peculiarities of are considered in terms of mica-bearing pegmatites of the Karelian, Kola and Mama and Vitim mica-bearing provinces and chamber pegmatites of Central Kazakhstan. Special attention is paid to the influence of physical and mechanical properties of enclosing rock on the shape and occurrence of pegmatite bodies and their association with post-folded faults.

***Key words*:** pegmatite field, mica-bearing pegmatite, chamber pegmatite, folded structures, physical and mechanical properties.

Значительный интерес к пегматитовым месторождениям связан с тем, что пегматиты продолжают оставаться ведущим источником разнообразных полезных ископаемых (листового мусковита, керамического сырья, редких и редкоземельных металлов, пьезокварца, камнесамоцветного сырья) и важнейшим объектом исследования рудообразующих процессов. Пегматитовые месторождения явились теми геологическими полигонами, при изучении которых были разработаны многие теоретические положения, на которых базируются современные минералогия, петрология и геохимия. Из всех аспектов геологии пегматитовых месторождений структурные особенности разработаны с наименьшей полнотой, несмотря на то, что проблемам структур пегматитовых месторождений посвятили свои усилия многие исследователи. Особенно интересные данные по структурам пегматитовых полей и месторождений приведены в работах П.П.Боровикова, А.В.Скропышева, Ю.Е.Рыцка, Г.Г.Родионова, В.Д.Никитина, В.С.Смирновой, С.А.Руденко, В.Н.Мораховского, М.А.Иванова, В.А.Романова, Ю.М.Соколова, В.Н.Чеснокова, М.А.Завалишина, А.И.Казакова, Г.А.Галкина, В.П.Васильевой [1-15]. А.И.Гинзбург и Г.Г.Родионов на основе геологической позиции пегматитов гранитного ряда и их генетических особенностей выделили в составе гранитных пегматитов редкоземельную, слюдоносную, редкометальную и хрусталеносную формации [3]. Следуя этой классификации, рассмотрим структуры пегматитовых полей и месторождений слюдоносных и хрусталеносных формаций гранитных пегматитов.

Формация слюдоносных гранитных пегматитов. Месторождения мусковитоносных пегматитов ограниченно распространены в земной коре. К настоящему времени известно шесть районов, где обнаружены промышленные месторождения мусковита: Карело-Кольская, Мамско-Витимская, Бихарская, Раджастанская, Неллурская и Минас-Жерайская слюдоносные провинции. Для всех слюдоносных районов характерны общие особенности размещения в земной коре. В региональном плане мусковитоносные провинции приурочены к жестким блокам ранней консолидации, в пределах которых распространены толщи докембрийских метаморфических пород, и располагаются на щитах в пределах областей тектономагматической активизации или в пределах древних складчатых сооружений, обрамляющих кратоны. Мусковитоносные провинции тяготеют к крупным складчатым структурам, располагаясь в миогеосинклиналях протогеосинклиналей [13], которые характеризуются накоплением толщ флишоидной формации с подформациями терригенного и карбонатного флиша.

Многие исследователи отмечают приуроченность мусковитоносных провинций к метаморфическим поясам определенного термодинамического режима. По мнению М.Е.Салье, наиболее благоприятным условием образования промышленных месторождений мусковита является выдержанность этого режима на протяжении длительного периода развития земной коры. Поля мусковитоносных пегматитов связаны с полициклическими комплексами дистен-силлиманитовых фациальных серий. Этот же автор, совместно с Ю.М.Соколовым и другими исследователями, отстаивает мнение о связи образования мусковитоносных пегматитов с регрессивным метаморфизмом, закономерно следующим при снижении температуры за региональным проявлением прогрессивной его стадии [13]. А.С.Никаноров и Ю.Е.Рыцк [7] считают, что суть связи мусковитоносных пегматитов с определенными фациями и фациальными сериями метаморфизма заключается в следующем:

• в генетической связи мусковитовых пегматитов с процессами метаморфизма (мусковитовые пегматиты являются производными процессов метаморфизма);

• в условиях становления мусковитовых пегматитов, которые определяются параметрами метаморфизма амфиболитовой фации (по температуре) и дистен-силлиманитовой фациальной серии (по давлению).

По нашему мнению, связь процессов регионального метаморфизма и пегматитообразования еще до конца не изучена. Указанные исследователи опирались в своих построениях на серию удачно подобранных фактов, хорошо вписывающихся в их гипотезу о метаморфогенно-метасоматическом образовании мусковитоносных пегматитов. Известно, что связь мусковитоносных пегматитов с породами амфиболитовой фации метаморфизма не однозначна. Вмещающими могут быть породы гранулитовой и эпидот-амфиболитовой фаций. Редкометально-мусковитовые пегматиты встречаются и в филлитах зеленосланцевой фации метаморфизма [15]. Г.Г.Родионов, суммируя результаты исследований Мамского района, отмечает, что пегматитообразование по времени отделено от регионального метаморфизма периодом возникновения гранитов и обусловлено иными, чем процесс метаморфизма, причинами [11]. Однако приуроченность подавляющего большинства пегматитовых полей с промышленными месторождениями мусковита к метаморфическим комплексам амфиболитовой фации дистен-силлиманитовой фациальной серии, хотя до конца и не объяснена, но является реальным фактом, который широко используется геологами-практиками при поисковых работах.

Структурный контроль пегматитовых полей неоднозначен, но в большинстве случаев эти поля связаны с положительными структурами типа гнейсовых и гранитогнейсовых куполов (Карело-Кольская провинция), иногда с флексурными перегибами и линейными зонами дизъюнктивных нарушений, накладывающимися на пликативные структуры и, в свою очередь, контролируемыми анизотропией среды, определяемой составом метаморфической толщи, характером предшествующей деформации и ориентацией разрывных нарушений по отноше-

нию к основным элементам пликативных структур. Все поля мусковитоносных пегматитов являются типичными представителями рудных полей жильного типа.

Остановимся подробнее на особенностях размещения пегматитовых тел в пределах пегматитовых полей на примере двух наиболее изученных регионов: Карело-Кольской и Мамско-Витимской слюдоносных провинций.

Долгое время в оценке роли структурно-геологических факторов, определяющих закономерности размещения тел слюдоносных пегматитов, существовали две точки зрения. Г.Г.Родионов, Л.Я.Сиберко, П.П.Скабичевский, Д.А.Великославинский, А.И.Казаков, Ю.М.Соколов и многие другие исследователи отмечали, что формирование пегматитовмещающих полостей пространственно и генетически связано с процессами образования складчатых структур [2, 11]. В.Д.Никитин, Ю.Е.Рыцк, С.А.Руденко, В.А.Романов, М.Е.Салье, В.Н.Мораховский и другие утверждали, что процесс формирования пегматитовмещающих полостей генетически не связан со складчатостью, а определяется разрывной тектоникой, наложенной на смятую в складки толщу метаморфических пород [8, 10, 14].

С позиций первой гипотезы пегматитовые тела должны занимать строго определенное положение в складчатых формах, располагаясь закономерно по отношению к элементам конкретной складчатой структуры, согласно второй – пегматитовые тела могут занимать по отношению к элементам складчатых структур любое произвольное положение, зависящее от характера палеотектонического поля напряжений в постскладчатый этап развития структур пегматитовых полей, т.е. того поля напряжений, которое обусловило возникновение пегматитовмещающих нарушений. Отсюда следуют принципиально различные рекомендации по ведению поисковых работ. В течение последних десятилетий практика подтвердила справедливость второй гипотезы. Приуроченность отдельных пегматитовых тел к соскладчатым разрывам объясняется их подновлением в постскладчатый этап формирования пегматитовмещающих нарушений.

При анализе фактического материала по месторождениям Карело-Кольской провинции сделан вывод, что ряд характерных морфологических особенностей пегматитовых жил определяется физико-механическими свойствами вмещающих пород. В хрупких породах контакты пегматитовых жил поперечно секущие, в пластичных – согласные или кососекущие. Кроме того, в хрупких породах контакты обычно почти перпендикулярны сланцеватости, в пластичных, если они не строго согласны, наклонены в сторону падения сланцеватости, но несколько круче ее. В целом, части секущих жил, залегающие в хрупких породах, имеют бóльшую мощность, чем в пластичных. Углы падения жил, приуроченных к участкам пологого залегания гнейсов, в хрупких породах крутые, в пластичных более пологие. Такая ориентация пегматитовмещающих трещин в различных по физико-механическим свойствам породах определяется наличием в них потенциально ослабленных направлений, которые реализуются при наложении тектонических напряжений. Таким образом, морфологические элементы жил должны согласовываться с положением определенных пластов метаморфических пород.

Механические свойства вмещающих пород влияют не только на морфологию, но и на закономерности размещения пегматитовых жил. На месторождениях Карело-Кольской провинции значительная часть пегматитовых жил располагается на контакте основных пород и амфиболитов с биотитовыми и высокоглиноземистыми гнейсами. Эти породы различаются механическими свойствами. Встречаются системы лестничных жил в пластах амфиболитов и телах основных пород.

В пределах пегматитовых полей Мамско-Витимской провинции широко распространены так называемые «одиночные» пегматитовые жилы различных размеров и формы, а также слюдоносные пегматитовые зоны в телах гранит-пегматитов. Эти зоны, как правило, наиболее интересны с практической точки зрения, а их наличие отмечено только в пегматитовых полях Мамско-Витимской провинции.

На пространственное положение, форму и размеры одиночных пегматитовых жил в Мамском регионе определяющее влияние оказывают механические свойства вмещающих пород. Жилы, залегающие в пластичных породах, как и в Карело-Кольском регионе, имеют согласные контакты и представлены телами пластообразной и линзообразной формы. В однородных хрупких породах наблюдаются тела плитообразной и штокобразной формы, контакты которых почти перпендикулярны напластованию. При пересечении разнородных пачек пород возникают характерные для Мамского района жилы со ступенчатыми контактами, состоящими из секущих и согласных звеньев.

Особым своеобразием отличается форма жил в гранат-биотитовых и дистеновых гнейсах. Жилы представлены сложной комбинацией секущих и согласных звеньев нескольких направлений с интенсивной деформацией вмещающих пород. Наиболее благоприятной обстановкой для локализации пегматитовых жил являются пласты хрупких пород мощностью от нескольких десятков до сотен метров, обычно перекрываемые и подстилаемые пластичными породами.

Своеобразием Мамской провинции является насыщение ее крупнокристаллическими гранитами – гранит-пегматитами. При этом интенсивность развития в Мамском синклинории гранит-пегматитов закономерно увеличивается вкрест его простирания от северо-западного крыла к юго-восточному. По этому признаку в Мамском регионе можно выделить три зоны:

• северо-западную зону одиночных жил с концентрацией гранит-пегматитового материала 1-2 %;

• центральную зону нормальных инъекций с концентрацией 10-15 %;

• юго-восточную зону обильных инъекций с содержанием гранит-пегматитового материала около 50 % и выше.

Подавляющее большинство пегматитовых тел центральной и юго-восточной зон сконцентрировано в телах гранит-пегматитов. В.Д.Никитиным было установлено, что ориентировка пегматитовых тел внутри гранит-пегматитов не хаотична, а вполне закономерна. Часто эти тела, находясь в разных частях провинции, вне зависимости от формы залежей гранит-пегматитов и положения их контактов, ориентированы в близмеридиональном направлении. Форма пегматитовых тел зависит от мощности залежей гранит-пегматитов и конституции вмещающих метаморфических пород. В мощных залежах доминируют формы линейных тел, в залежах малой мощности, расположенных в породах высокой пластичности, преобладают чечевицеобразные формы, в промежуточных условиях – ленточные пегматитовые тела. Основную роль в контроле размещения пегматитовых тел в залежах гранит-пегматитов В.Д.Никитин отводил системам крутопадающих, преимущественно близмеридиональных зон повышенной трещиноватости, наложенных на складчатые сооружения. Идеи В.Д.Никитина получили дальнейшее развитие в работах В.Н.Мораховского, который, изучая структуры пегматитовых полей Мамского региона, установил, что кроме ранее выделенных морфологических типов пегматитовых тел в гранит-пегматитах (ленточных, линейных, чечевицеобразных) существуют еще брусковидные, шнурковидные и изометричные тела [6, 8].

Формация камерных хрусталеносных пегматитов. Камерные хрусталеносные пегматиты характеризуются относительно малым распространением в земной коре, представляя собой уникальные в минералогическом отношении геологические образования, являющиеся до сих пор важным источником пьезокварца и камнесамоцветного сырья. На территории СНГ они наиболее распространены в Украине, Центральном и Восточном Казахстане, западном Тянь-Шане, восточном Забайкалье. Они обнаружены в Китае и Индокитае, Монголии, юго-восточной Африке и на о.Мадагаскар. Во всех случаях камерные пегматиты генетически связаны со специализированными гранитными массивами. Это обычно наиболее поздние для каждого тектономагматического цикла комплексы лейкократовых и аляскитовых гранитов, являющихся типичными представителями гранитов фор-

мации малых глубин. Установлено, что аляскитовые граниты могут быть либо пегматитоносными и потому потенциально перспективными на месторождения пьезооптических минералов и камнесамоцветного сырья, либо грейзеноносными и потенциально перспективными на редкометальные месторождения грейзено-кварцево-жильного типа.

С.М.Бескин, Ю.Б.Марин, Б.Д.Эфрос [1, 5] установили для Центрального Казахстана основные особенности аляскитовых гранитов, перспективных на камерные хрусталеносные пегматиты. Пегматитоносные аляскитовые граниты размещаются во внутренних и периферических зонах срединных массивов, внутри ранее консолидированных структур, в удалении от зон прогибов, либо во внутренних геоантиклинальных поднятиях. Они залегают обычно среди сильнометаморфизованных пород, часто среди кристаллических гнейсов и сланцев. Массивы этих гранитов нередко приурочены к разломам глубокого заложения. В этих крупных тектонических структурах массивы размещаются неравномерно и локализуются преимущественно в пологих антиклинальных структурах. Конфигурация массивов в плане обычно простая. Для кровли чаще характерна пологая купольность и согласное залегание. Вмещающие, более ранние гранитоиды в зонах экзоконтактов этих массивов преимущественно подвергаются микроклинизации. Дайковый комплекс проявлен в небольшой степени. Процессы альбитизации и грейзенизации в массивах отсутствуют или развиты незначительно. Аляскитовые граниты, слагающие массивы, обычно равномерно крупнозернистые, иногда с участками неясно пегматоидных структур и являются субщелочными до щелочных.

Пегматитовые поля, генетически связанные с аляскитовыми гранитами, пространственно могут располагаться среди гранитов материнского комплекса, часто в их эндоконтактовой зоне, среди гранитоидов более ранних комплексов, а также в метаморфических породах кровли в экзоконтактовой зоне. Многолетние исследования показывают, что на пьезооптические минералы наиболее перспективны первые, значительно менее перспективны вторые и бесперспективны третьи.

В пределах пегматитовых полей выделяют различные по внутреннему строению и мощности пегматитовые тела в зависимости от объема графической, полевошпатовой и блоковой зон, а также кварцевого ядра. Форма пегматитовых тел разнообразна: уплощенная жилообразная, линзообразная, караваеобразная, изометричная и штокообразная. Однако на определенном поле наблюдаются, как правило, тела сравнительно однотипные в морфологическом отношении, что обусловлено общностью геологических условий их формирования.

Тип пегматитового поля определяется сочетанием ряда признаков:

- особенности размещения пегматитовых тел;
- их форма и внутреннее строение;
- количественное соотношение пегматитов разных типов;
- относительная распространенность жильных гранитов и морфология их тел.

Поля продуктивных пегматитов отличаются хорошо выраженными пологими трещинами матрацевидной отдельности, характерными для апикальных частей аляскитовых массивов. Эти трещины выявляют пологокупольную структуру верхних контактов массива, причем выделяющиеся купола имеют достаточно разнообразную форму и размеры. Известны участки продуктивных пегматитов, где плотность крутых трещин незначительна, и участки продуктивных пегматитов, где широко развиты такие трещины. По совокупности вышеуказанных признаков можно выделить следующие типы пегматитовых полей.

Пегматитовые поля типа $\mathbf{A_1}$ локализованы в материнских аляскитовых и лейкократовых гранитах ведущих фаз, образующих достаточно крупные, обычно дугообразной формы массивы с незначительным развитием штокообразных и неправильных тел мелкозернистых жильных гранитов. Сравнительно малочисленные пегматитовые тела имеют субизометричную или штокообразную форму, реже линзовидную. Доля продуктивных тел по отношению к числу

изученных 10-50 %. Поля этого типа перспективны на пьезокварц и кварц для плавки, в меньшей степени – на флюорит для плавки. В качестве примера можно привести Турайгырское пегматитовое поле Бояно-кульского массива Казахстана.

Пегматитовые поля типа **A_2** располагаются в крупных округлых в плане массивах материнских гранитов ведущих фаз. Многочисленные изометричные и линзовидные пегматитовые тела локализуются совместно с пологими и крутыми дайками мелкозернистых аляскитов. Доля продуктивных тел от их общего количества 1-20 %. Поля этого типа перспективны преимущественно на оптический флюорит и флюорит для плавки, при подчиненном значении всех видов кварцевого сырья. Примером полей такого типа является Новороmановское поле Зерендинского массива Казахстана.

Пегматитовые поля типа **Б** по основным геологическим признакам сходны с полями типа A_2, но отличаются внутренним строением. В них заметно преобладание блоковой зоны, или они представлены существенно кварцевыми телами. Форма тел преимущественно линзовидная. Продуктивны около 1 % пегматитовых тел от их общего числа. Эти поля имеют ограниченную перспективность на пьезокварц и кварц для плавки. В качестве примера назовем Котур-Кызылтауское и Сары-Тюбенское поля Казахстана.

Пегматитовые поля типа **В** располагаются в гранитоидах чуждых комплексов, обнаруживая пространственную связь с мелкими разобщенными телами материнских аляскитов преимущественно жильной серии, и представлены многочисленными субизометричными и линзовидными пегматитовыми телами. Продуктивны около 1-2 % пегматитовых тел от их общего числа. Поля этого типа малоперспективны на пьезооптические минералы, но могут служить источником камнесамоцветного сырья.

Выполненный анализ структур пегматитовых полей на примере слюдоносных пегматитов и камерных гранитных пегматитов может иметь практическое значение при проведении поисковых и разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бескин С.М.* Типы пегматитовых полей Центрального Казахстана / С.М.Бескин, Ю.Б.Марин, Б.Д.Эфрос // Пегматиты. Л., 1972.

2. *Великославинский Д.А.* Мамский комплекс Северо-Байкальского нагорья / Д.А.Великославинский, А.Н.Казаков, Ю.М.Соколов // Тр. Лаборатории геологии докембрия АН СССР. 1963. Вып.17.

3. *Гинзбург А.И.* О глубинах образования гранитных пегматитов / А.И.Гинзбург, Г.Г.Родионов // Геология рудных месторождений. 1960. № 1.

4. *Иванов М.А.* Фации мусковитовых пегматитов Сибири (Северо-Байкальская и Восточно-Саянская провинции). СПб, 1999.

5. *Марин Ю.Б.* Геологическое строение и типы пегматитовых полей Зерендинского плутона (Северный Казахстан) / Ю.Б.Марин, Б.Д.Эфрос // Записки Ленинградского горного института. 1968. Т.55. Вып.2.

6. *Мораховский В.Н.* Тектонофизические условия формирования мусковитоносных пегматитовых жил // Геология, поиски и разведка нерудных полезных ископаемых: Межвуз. сб. Л., 1978. Вып.4.

7. *Никаноров А.С.* Мусковит: Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые / А.С.Никаноров, Ю.Е.Рыцк. Л., 1978.

8. *Никитин В.Д.* Пространственное положение слюдоносных зон в телах гранит-пегматитов Мамской провинции // Записки Ленинградского горного института. 1965. Т.49. Вып.2.

9. *Пономарева Н.И.* Минеральные равновесия в гранитных пегматитах на постмагматическом этапе / Н.И.Пономарева, В.Г.Кривовичев. СПб, 2004.

10. *Рыцк Ю.Е.* Тектонические условия формирования слюдоносных пегматитов: Геологические факторы контроля слюдоносных пегматитов. М., 1972.

11. *Родионов Г.Г.* О генезисе пегматитов: Геология и генезис пегматитов. Л., 1983.

12. Слюдоносные пегматиты. Т.1. Гранитные пегматиты / В.А.Макрыгина, В.М.Макагон, В.Е.Загорский, Б.М.Шмакин. Новосибирск, 1990.

13. *Соколов Ю.М.* Теория метаморфогенно-метасоматического происхождения пегматитов / Ю.М.Соколов, М.Е.Салье // Геология и генезис пегматитов. Л., 1983.

14. Условия образования и закономерности размещения мусковитовых объектов Северо-Байкальской провинции и некоторые общие вопросы становления пегматитов / С.А.Руденко, В.А.Романов, В.Н.Мораховский и др. // Мусковитовые пегматиты СССР. Л., 1975.

15. *Шмакин Б.М.* Мусковитовые и редкометально-мусковитовые пегматиты. Л., 1976.

REFERENCES

1. *Beskin S.M., Marin Y.B., Efros B.D.* Types of the Central Kazakhstan pegmatite fields // Pegmatite. Leningrad, 1972.

2. *Velikoslavinsky D.A., Kazakov A.N., Sokolov Y.M.* The Mama complex of the Baikal upland // Proceedings of Laboratory of Precambrian Geology, Academy of Sciences of the USSR. 1963. N 17.

3. *Ginsburg A.I., Rodionov G.G.* About the depths of granitic pegmatite formation // Geology of ore deposits. 1960. N 1.

4. *Ivanov M.A.* Facies of muscovite pegmatites of Siberia (the North-Baikal and the East-Sayan provinces). Saint Petersburg, 1999.

5. *Marin Y.B., Efros B.D.* Geologic structure and types of pegmatite fields in the Zerendinsky massif (Northern Kazakhstan). Proceedings of Leningrad Mining Institute. 1968. Vol.55. N 2.

6. *Morakhovsky V.N.* Tectonic and physical conditions of the muscovite-bearing pegmatite veins formation // Geology and exploration of non-metalliferous minerals: Collected articles. Leningrad, 1978. N 4.

7. *Nikanorov A.S., Rytsk Y.E.* Muskovite // Estimation criteria of a territory on solid minerals. Leningrad, 1978.

8. *Nikitin V.D.* Spatial location of mica-bearing zones within granitic pegmatite bodies of Mama province // Proceedings of Leningrad Mining Institute. 1965. Vol.49. N 2.

9. *Ponomareva N.I., Krivovichev V.G.* Mineral equilibrium in granitic pegmatites at post-magmatic stage. Saint Petersburg, 2004.

10. *Rytsk Y.E.* Tectonic conditions of mica-bearing pegmatite formation // Geological control factors of mica-bearing pegmatite. Moscow, 1972.

11. *Rodionod G.G.* About the genesis of pegmatite // Geology and genesis of pegmatite. Leningrad, 1983.

12. Micabearing pegmatites. Vol.1. Granitic pegmatites / V.A.Makrygina, V.M.Makagon, V.E.Zagorski, B.M.Shmakin. Novosibirsk, 1990.

13. *Sokolov Y.M., Salye M.E.* The theory of metamorphic and metasomatic pegmatite origin // Geology and genesis of pegmatite. Leningrad, 1983.

14. *Rudenko S.A., Romanov V.A., Morakhovsky V.N.* et al. Conditions of formation and localization of muscovite bodies in North-Baikal province and some general problems of pegmatite origin // Muscovite pegmatite of the USSR. Leningrad, 1975.

15. *Shmakin B.M.* Muscovite and rare-metal pegmatite. Leningrad, 1976.