*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIX, вып. 2, 1965 г.*

УДК 553. 677 (47)

# ГЕОЛОГОПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЛЮДОНОСНЫХ ПЕГМАТИТОВ И ИХ ПОИСКОВЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

*А. В. Скропышев*

В основу геологопромышленной классификации месторождений положены следующие главные показатели: форма и размеры слюдоносных тел; условия их залегания; вмещающие породы; степень насыщенности вмещающих пород слюдоносными жилами; масштабы месторождений; содержание и качество слюды; комплексность месторождений; промышленное значение месторождений; особенности их генезиса.

Это определяющие показатели для выбора методики разведки, промышленной оценки месторождения и его освоения. Выделяем всего четыре геологопромышленных типа (см. схему классификации).

**Месторождения первого типа** расположены в пределах линейных зон дорудного дробления пород гнейсового комплекса. В плане такие участки имеют длину 1—2 и даже до 5 *км*, ширину — от 0,5 до 2 *км*. Они сложены метаморфическими породами — гнейсами различного минерального состава и небольшими массивами основных изверженных пород (амфиболитов). Гнейсы собраны в очень сложные складки различного масштаба, вплоть до плойчатости. Пространственное положение пегматитовых тел, их размеры и морфология определяются особенностями дорудной трещиноватости вмещающих пород [Скропышев, 1953].

Пегматитовые тела имеют сравнительно правильную жилообразную форму и простираются в основном в одном направлении. Длина их колеблется от первых десятков метров до 800 *м*, а мощность — от долей метра до 10 *м*. Жилы, как правило, имеют крутое падение (60—90°) и располагаются относительно друг друга кулисообразно как по простиранию, так и по падению (рис. 1). Они часто образуют своеобразные кусты (2—5, реже 10—15 жил), где расстояния между отдельными пегматитовыми телами составляют единицы или первые десятки метров, а расстояния между такими кустами достигают первых сотен метров.

Большое количество подобных месторождений (Малиновая варака, Плотина, Рекалатва и др.) в той или иной степени разведаны и длительное время подвергаются эксплуатации. При этом установлено, что число пегматитовых тел и их слюдоносность, по крайней мере до глубины 120—200 *м*, изменяются незначительно, а данные пробуренных скважин показывают, что пегматитовые слюдоносные тела распространяются и на значительно большую глубину.

Степень и характер слюдоносности пегматитовых тел месторождений первого типа зависят от состава вмещающих и подстилающих пород, а также от внутрирудной и пострудной трещиноватости пегматитов. В зависимости от этих показателей можно выделить два подтипа месторождений.

| Типы и подтипы месторождения | Форма и размеры слюдоносных тел | Вмещающие породы | Условия залегания слюдоносных тел |
|---|---|---|---|
| Первый тип Зоны разлома и зоны повышенной трещиноватости в гнейсах и кристаллических сланцах<br>Подтип А Мусковит | Секущие жилы с четкими, сравнительно прямолинейными контактами. Встречаются тела более сложной морфологии с апофизами длиной по простиранию до 300 *м*, по падению — до 150 *м*, мощность от долей метра до 10 *м* | Биотитовые, гранато-биотитовые, кианито-гранато-биотитовые, плагиоклазовые гнейсы | Жилы в основном взаимно параллельны с падением 60—90°, кулисообразны по простиранию и падению |
| Подтип Б Комплексные: мусковит и керамическое сырье | Секущие жилы и линзообразные тела длиной по простиранию — до 200 *м*, по падению — до 150 *м*. Мощность — от метров до 10 *м* | Амфиболовые и биотито-амфиболовые гнейсы и амфиболиты | Жилы взаимно параллельны и кулисообразны по простиранию и падению, падение 45—70° |
| Второй тип Согласные слюдоносные, пегматитовые тела в гнейсах и кристаллических сланцах | Жилообразные и линзообразные пегматитовые тела сложной морфологии, в основном согласные с вмещающими породами. Местами от основных слюдоносных тел отходят секущие апофизы. Иногда тела достигают длины 200 *м* и прослеживаются на глубину до 350 *м* при мощности до 20 *м* | Биотитовые, гранато-биотитовые, кианито-гранато-биотитовые, плагиоклазовые гнейсы и сланцы | Пегматитовые тела в основном согласны с вмещающими породами, часто меняют элементы залегания: простирание и углы падения (от пологого до вертикального) |
| Третий тип В полях гранит-пегматитов | Слюдоносные зоны, контролируемые внутрирудной трещиноватостью. Размеры отдельных ослюденных зон по простиранию и падению достигают 50 *м* при мощности 2—5 *м* | Гранит-пегматиты (гиганто-мигматиты) | Залегание зон ослюденения определяется внутрирудной трещиноватостью гранит-пегматитов и расположением ксенолитов гнейсов. Зоны прослеживаются по одному-двум направлениям, углы их падения 30—90° |
| Четвертый тип Мусковит, возникший за счет переработки гнейсов | Серия параллельных зон ослюденелых гнейсов с бóльшим или меньшим содержанием крупных кристаллов мусковита. Мощность зон крупнокристаллического мусковита от сантиметров до 5—7 *м*, длина по простиранию часто превышает 100 *м* | Слюдяные гнейсы, амфиболовые и амфиболо-биотитовые гнейсы, гранито-гнейсы | Слюдяные зоны залегают согласно с вмещающими породами |

**сификации месторождений мусковита**

| Степень насыщенности вмещающих пород слюдоносными жилами | Масштаб месторождения | Содержание и качество мусковита | Промышленное значение месторождения |
|---|---|---|---|
| Концентрация жил различна. Они группируются в кусты, расстояние между ними — единицы и десятки метров. Число слюдоносных тел достигает десятков | Длина до 5 *км*, ширина до 1 *км*, протяженность на глубину свыше 300 *м*. Запасы слюды в месторождениях — десятки тысяч тонн, в отдельных пегматитовых телах — от первых десятков тонн до 10 тыс. *т* | Среднее — 20 — 40 *кг/м*$^3$, иногда превышает 100 *кг/м*$^3$. Качество обычно высокое, зависит от генетического типа слюды и пострудной тектоники | База крупных горных предприятий |
| То же | Длина до 7 *км*, ширина до 1 *км*, протяженность на глубину свыше 300 *м*. Запасы мусковита — десятки тысяч тонн, керамического сырья — сотни тысяч тонн | Среднее 10—40 *кг/м*$^3$. Качество обычно низкое. Керамическое сырье (в основном микроклин) высокого качества | База средних горных предприятий |
| Концентрация тел неодинакова. Иногда жилы расположены кустами в 5—10 *м* друг от друга. Расстояния между группами тел — сотни метров | Площадь 0,5—2 *км*$^2$, протяженность на глубину свыше 400 *м*. Запасы мусковита — единицы и первые десятки тысяч тонн | Среднее 30—60 *кг/м*$^3$, в отдельных участках превышает 150 *кг/м*$^3$. Качество часто высокое, определяется генетическими особенностями и степенью проявления пострудной тектоники | База крупных и средних горных предприятий |
| Концентрация зон неодинакова, иногда расстояние между зонами — единицы и первые десятки метров | Пегматитовые массивы, где расположены слюдоносные зоны, измеряются квадратными километрами. Запасы мусковита достигают десятков тысяч тонн. Запасы отдельных слюдоносных зон колеблются от десятков до тысяч тонн | Среднее в зонах 50—70 *кг/м*$^3$, в отдельных участках превышает 150 *кг/м*$^3$. Качество обычно высокое, определяется генетическими особенностями слюды и степенью проявления пострудной тектоники | База крупных горных предприятий |
| Слюдоносные зоны взаимно параллельны, расстояние между ними — единицы или первые десятки метров, нередко соединены апофизами | Участки со слюдоносными зонами достигают 200 *м* ширины, 500 *м* длины и прослеживаются на глубину до 200 *м*, Запасы некоторых месторождений достигают тысяч тонн | Достигает 150 *кг/м*$^3$. Качество низкое | База средних горных предприятий |

Месторождения подтипа А сложены гнейсами плагиоклазового состава. Пегматитовые тела содержат полевые шпаты плагиоклазового состава, хотя на некоторых месторождениях в жилах содержится и микроклин. Пегматиты таких месторождений часто включают высококачественный мусковит в различных количествах (от 1 до 200 *кг/м*$^3$). Однако содержание и качество мусковита зависят от текстурно-структурных особенностей




**Рис. 1. Схема расположения слюдоносных пегматитовых тел в месторождениях первого геолого-промышленного типа.**

*1* — биотитовые плагиогнейсы; *2* — двуслюдяные плагиогнейсы; *3* — гранато-биотитовые плагиогнейсы; *4* — дистено-биотитовые гнейсы; *5* — амфиболо-биотитовые плагиогнейсы; *6* — пегматитовые тела.

пегматита, слагающего жилы, от преобладания той или иной генетической разности мусковита и степени проявления пострудных тектонических процессов.

Керамическое сырье здесь представлено небольшим количеством (микроклин) или характеризуется низким качеством.

Геологическое строение месторождений подтипа Б очень сходно с месторождениями подтипа А. Однако они существенно отличаются составом вмещающих пород и заключенными в пегматитах полезными ископаемыми.

Такие месторождения слагаются гнейсами преимущественно амфиболового состава (месторождение Хетоламбино), а рудные тела состоят в основном из микроклинового пегматита, микроклина и кварца. Слюды

представлены биотитом и мусковитом. Мусковит в основном невысокого качества, хотя встречаются и промышленные разности. Поэтому как источник мусковита месторождения подтипа Б не имеют большого промышленного значения. Но, так как они содержат в большом количестве крупные кристаллы микроклина, то при благоприятных экономических условиях являются комплексными месторождениями и имеют существенное промышленное значение как источник керамического сырья и мусковита.

Месторождения первого типа вследствие закономерного расположения пегматитовых тел и высокой их концентрации могут разрабатываться единой системой подземных горных выработок. Это важнейшее обстоятельство должно учитываться при разведке и оценке таких месторождений. Такое месторождение следует рассматривать как единое геологическое тело, а не разведывать каждое отдельное пегматитовое образование, как это иногда имеет место в практике геологоразведочных работ.

**Месторождения второго типа** также слагаются гнейсами плагиоклазового состава с различным содержанием тех или иных темноцветных и других компонентов (биотита, мусковита, граната, дистена, силлиманита). Породы дислоцированы в сложные складчатые структуры. Но в отличие от месторождений первого типа, слюдоносные пегматитовые тела залегают в основном согласно с вмещающими породами, а в связи с этим характеризуются резкой изменчивостью морфологии и условий залегания (рис. 2). Это пластообразные, линзообразные, иногда четковидные или даже трубообразные тела с раздувами и пережимами и на небольших интервалах меняющие простирание, направление и углы падения. Размеры тел различны: от единиц до 200 *м* по простиранию и падению; мощность тел иногда достигает 20 *м*; на некоторых участках месторождений отдельные тела располагаются в нескольких метрах друг от друга, а иногда соединяются между собой секущими апофизами; расстояние между участками сближенного расположения пегматитовых тел исчисляется сотнями метров. Общая глубина распространения слюдоносных пегматитовых тел превышает 400 *м*. Число слюдоносных пегматитовых тел в пределах месторождений исчисляется многими десятками, а иногда и сотнями.

Пространственное расположение пегматитовых тел, их морфология определяются складчатыми структурами. По С. И. Макиевскому [1962], наибольшая концентрация пегматитовых тел приурочена к перегибам осевых поверхностей и ундуляции шарниров складок, меньшее число пегматитовых тел связано с телами основных пород, залегающих среди гнейсов. Пегматиты таких месторождений содержат мусковит в большом количестве. Качество его может быть различным в зависимости от преобладания того или иного генетического типа слюды в жилах и от степени проявления пострудной тектоники. Керамическое сырье в известных месторождениях второго типа характеризуется низким качеством. Месторождения этого типа также могут разрабатываться единой системой подземных горных выработок и отличаются в этом отношении от месторождений первого типа лишь большей сложностью морфологии пегматитовых тел и условий их залегания.

**Месторождения третьего типа** расположены в массивах гранит-пегматитов (гиганто-мигматитах). Размеры таких залежей иногда достигают нескольких километров. Этот тип месторождений наиболее развит в Мамской пегматитовой провинции. Гигантомигматиты представляют собой свиты сближенных межпластовых залежей, расположенных в толще пород гнейсового комплекса. Мощность их колеблется от десятков сантиметров до многих десятков и даже сотен метров. Нередко отдельные залежи соединены секущими апофизами, число и мощность которых достигают такой величины, что вмещающие гнейсы приобретают характер ксенолитов, а общее количество гранит-пегматитового материала достигает 70—80%. Промышленная концентрация мусковита контролируется расположением

указанных ксенолитов гнейсов и внутрирудной тектонической трещиноватостью. В гранит-пегматитах зоны ослюденения имеют форму линз, гнезд и жилообразных тел мощностью 2—5 *м*. Протяженность таких зон нередко превышает 50 *м*. В зависимости от характера и степени развития внутрирудной трещиноватости [Никитин, 1965] зоны ослюденения могут располагаться по одному или двум направлениям внутрирудных трещин.

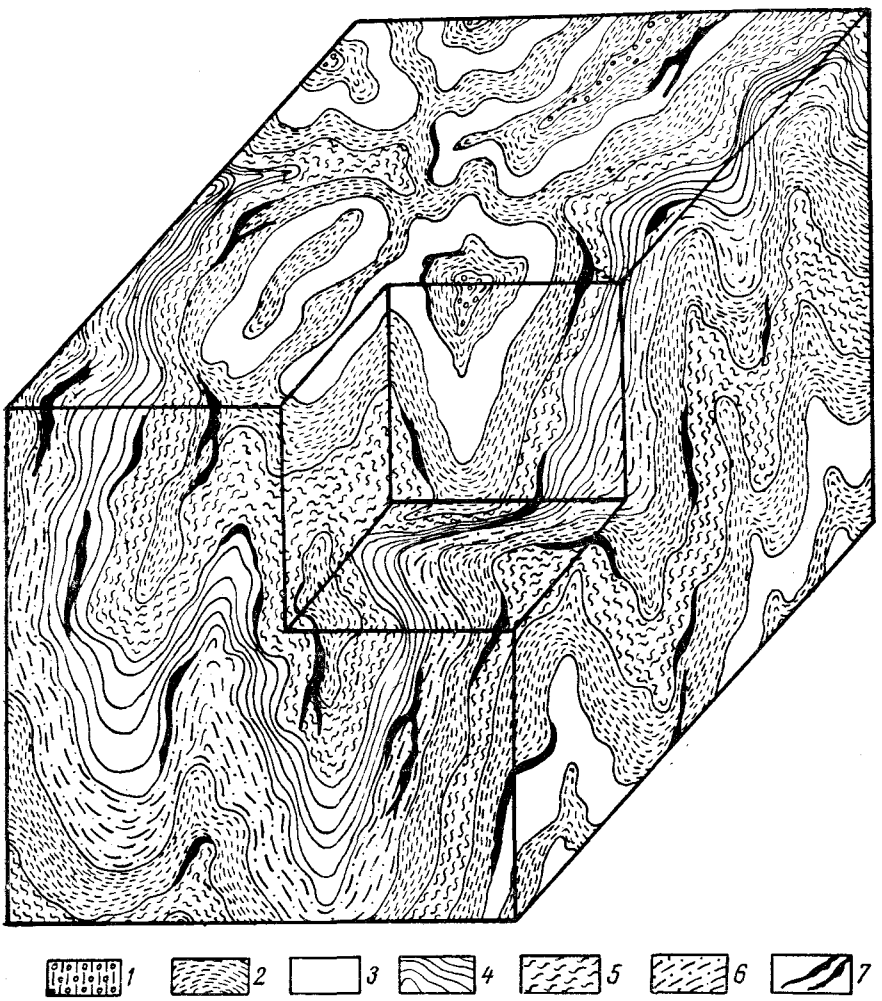



Рис. 2. Схема расположения пегматитовых тел в месторождениях второго геолого-промышленного типа.

*1* — гранато-биотитовые плагиогнейсы; *2* — биотитовые плагиогнейсы; *3* — дистено-биотитовые гнейсы; *4* — мусковитовые плагиогнейсы; *5* — двуслюдяные плагиогнейсы; *6* — амфиболо-биотитовые плагиогнейсы; *7* — пегматитовые тела.

Следовательно, и расстояние между отдельными зонами ослюденения определяется степенью внутрирудной трещиноватости: они могут располагаться в нескольких метрах или удаляться на большие расстояния одна от другой *.

Содержание и качество мусковита в месторождениях этого типа обычно характеризуется высокими показателями, которые могут снижаться в зависимости от проявления пострудных тектонических процес-

* См. рис. 1 в статье В. Д. Никитина в настоящем сборнике.

сов. Месторождения имеют промышленное значение, особенно когда в их пределах устанавливается большое число близко расположенных друг от друга крупных слюдоносных зон.

**Четвертый тип месторождений** состоит из зон крупнокристаллического мусковита, залегающих в амфибол-биотитовых, биотитовых, мусковитовых, двуслюдяных, амфиболовых гнейсах, в гранитизированных гнейсах и гранито-гнейсах. Слюдоносные зоны слагаются мелкими чешуйками

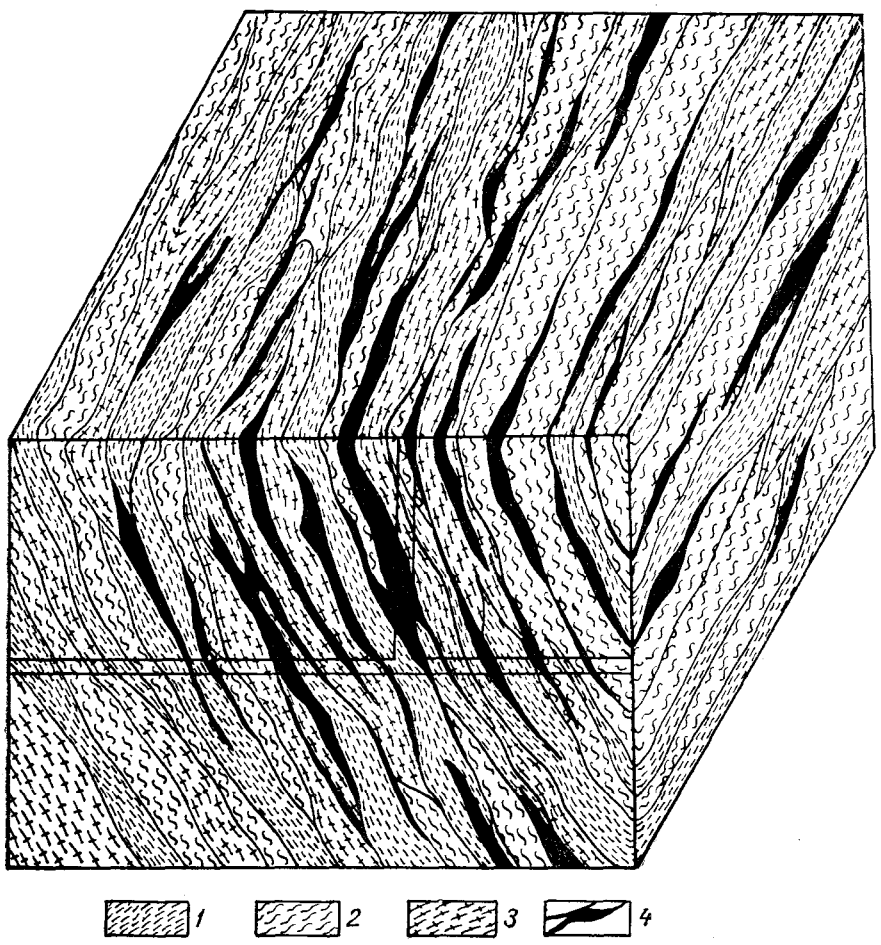



Рис. 3. Схема расположения слюдоносных зон в месторождениях четвертого геологопромышленного типа.

*1* — амфиболо-биотитовые гнейсы; мусковитовые, двуслюдяные гнейсы; *2* — амфиболовые гнейсы; *3* — гранито-гнейсы; *4* — зоны с крупными кристаллами мусковита.

мусковита и биотита, крупными кристаллами мусковита, среднезернистым кварцем, пластинчатыми или сахаровидными агрегатами альбита и мелкими порфировидными выделениями микроклина. Мощность отдельных слюдоносных зон весьма изменчива: частые раздувы до 3—7 *м*, чередуются с пережимами. Длина зон по простиранию и падению колеблется от единиц метров до 100 *м*. Нередко слюдоносные зоны соединены между собой секущими апофизами, а расстояния между зонами составляют единицы, редко первые десятки метров. Они залегают в основном согласно с вмещающими гнейсами и гранито-гнейсами (рис. 3).

Главнейшим представителем этого типа является Слюдяногорское месторождение на Среднем Урале. Слюдоносные зоны здесь простираются

в меридиональном направлении на протяжении 600—800 *м*, ширина площади распространения слюдоносных зон превышает 200 *м*, а установленная глубина достигает 200 *м*. Образование крупных кристаллов мусковита генетически не связано с пегматитом, оно происходило путем метасоматоза и перекристаллизации последовательно: амфибола, биотита и мелкокристаллического мусковита в крупные кристаллы этого минерала [Дядькина, 1964].

Слюдяногорское месторождение характеризуется высоким содержанием забойного сырца (сотни килограммов на кубический метр) в слюдоносных зонах и низким качеством мусковита. Сближенное расположение слюдоносных зон и высокое содержание мусковита повышают промышленное значение месторождения. Подобные проявления (отдельные слюдоносные зоны) известны в Северной Карелии и на Кольском полуострове. Однако этот тип месторождений мало изучен.

**Поисковые предпосылки месторождений.** Подавляющее большинство промышленных месторождений мусковита расположено только в пределах складчатых зон древних платформ: Индийский, Бразильский, Канадский, Балтийский щиты, Сибирская платформа. Слюдоносные пегматиты здесь находятся в глубокометаморфизованных докембрийских отложениях, представленных различными гнейсами и сланцами.

В более молодых геосинклинальных областях пегматиты, как правило, не содержат промышленно ценных кристаллов слюды, так как обычно сильно деформированы внутрирудными подвижками [Боровиков, 1959, 1961; Скропышев, 1948]. К настоящему времени в геосинклинальных областях известны лишь месторождения мусковита четвертого промышленного типа (Слюдяногорское — на Урале), образовавшиеся, вероятно, путем перекристаллизации мелкочешуйчатого мусковита гнейсов [Дядькина, 1964]. Таким образом, одним из важнейших геологических факторов, контролирующих пространственное размещение слюдоносных провинций, является стратиграфический. Эти провинции располагаются в пределах древних платформ, сложенных глубокометаморфизованными породами докембрийского возраста. Однако в последнее время стратиграфические предпосылки начали использовать и при более детальных исследованиях. Так, в Мамско-Чуйском [Завалишин и др., 1954] и Карело-Мурманском [Калафати, 1960] районах все метаморфические породы при геологических съемках разделяются на литолого-стратиграфические свиты, горизонты, пачки и пласты. При этом установлено, что слюдоносные пегматиты располагаются лишь в определенных литологических горизонтах, занимающих то или иное стратиграфическое положение в разрезе.

Пространственная связь мусковитовых месторождений с гранитными интрузиями обычно устанавливается с большим трудом. Лишь для некоторых районов она более или менее отчетлива. Так, по данным С. И. Макиевского [1962], в Стрельнинском районе Кольского полуострова массивы плагиомикроклиновых гранитов приурочены к перегибам осевых поверхностей складок и со всеми этими гранитными массивами связаны ореолы развития пегматитов.

Главными же геологическими факторами, контролирующими пространственное распределение пегматитовых образований (слюдоносных и неслюдоносных), являются тектонические структуры. Пегматитовые провинции определяются региональными складчатыми структурами. Беломорская провинция слюдоносных и керамических пегматитов, например, контролируется крупной региональной складчатой структурой — Беломорским мегантиклинорием [Макиевский, 1962].

В пределах провинций пегматитовые месторождения контролируются как складчатыми, так и разрывными нарушениями. Месторождения первого типа (и, вероятно, третьего) приурочены к древним, длительно действующим зонам дробления [Боровиков, 1961; Никитин, 1965; Скропышев, 1953]. Месторождения второго типа, в пределах которых пегматито-

вые тела залегают в большинстве случаев согласно с вмещающими породами, определяются преимущественно складчатыми структурами. Они приурочены к перегибам осевых поверхностей и кульминациями шарниров складок (складки II, III и IV порядков). Кусты пегматитовых тел в пределах месторождений расположены в участках дополнительной, более мелкой складчатости, а также в местах развития основных интрузивных пород [Калафати, 1960; Макиевский, 1962]. Форма пегматитовых тел зависит от природы выполняемых трещин, которые обусловлены физическими свойствами вмещающих пород и характером связанных с ними структур [Родионов, 1959; Рыцк, 1959].

Установлено (по крайней мере для Северной Карелии и Кольского полуострова), что пегматиты содержат промышленно ценный мусковит лишь в тех случаях, когда они залегают и подстилаются гнейсами плагиоклазового состава, и, наоборот, промышленные кристаллы мусковита в пегматитах отсутствуют, если последние подстилаются и располагаются в микроклинсодержащих породах или в породах амфиболового состава.

Согласно В. Д. Никитину [1950, 1953], промышленные кристаллы мусковита образуются в пегматитах путем гидролиза и метасоматического замещения полевых шпатов под воздействием постмагматических растворов. Образование их идет лишь при условии отсутствия в постмагматических растворах ионов калия. Такие условия создаются при движении поднимающихся растворов через толщи пород, не содержащие в заметных количествах микроклина — источника образования калия. Неблагоприятны для образования кристаллов мусковита и породы, богатые магнием и железом (амфиболсодержащие породы), так как проходящие через них постмагматические растворы насыщаются этими элементами, и при метасоматическом замещении полевых шпатов пегматитов образуется не мусковит, а биотит. Следовательно, площади, сложенные плагиоклазовыми гнейсами, перспективны для поисков слюдоносных пегматитов, тогда как территории, занятые микроклинсодержащими и магнезиально-железистыми породами, могут быть перспективными для керамических пегматитов и бесперспективными для слюдоносных тел.

## ЛИТЕРАТУРА


Боровиков П. П. О мусковитовой минерализации в пегматитах Кольской серии. Информ. сб. ВСЕГЕИ, № 20, 1959.

Боровиков П. П. Магматический и структурный контроль пегматитовых месторождений. Тр. ВСЕГЕИ, новая серия, т. 57, 1961.

Дядькина И. Я. Условия образования мусковита слюдоносного месторождения (Средний Урал). Тр. ВСЕГЕИ, новая серия, т. 108, 1964.

Завалишин М. А., Львова Н. А. Стратиграфия и геологическое строение северо-восточной части Мамского района. Тр. Гипронислюды, вып. 1, 1954.

Калафати Л. В. Закономерности распределения пегматитов юго-запада Кольского полуострова на основе стратиграфического расчленения Беломорской толщи. Вопросы геологии и минералогии Кольского п-ва, вып. 2. Изд-во АН СССР, 1960.

Макиевский С. И. Основные закономерности размещения слюдоносных пегматитов в Енском и Стрельнинском слюдоносных районах на Кольском полуострове. В сб. Магматические образования Кольского п-ва. Изд-во АН СССР, 1962.

Никитин В. Д. К генезису слюдоносных пегматитов Карелии. Зап. ВМО, ч. XXIX, № 4, 1950.

Никитин В. Д. Особенности образования кристаллов мусковита в мегматитовых жилах. Зап. ЛГИ, т. XXIX, вып. 2, 1953.

Никитин В. Д. Генезис слюдоносных зон в телах гигантомигматитов. В кн. Минералогия и генезис пегматитов. Международный геол. конгр., XXII сессия. Докл. сов. геологов, пробл. 6. Недра, 1965.

Родионов Г. Г. Типы слюдоносных пегматитовых тел и их промышленная оценка. Госгеолтехиздат, 1959.

Рыцк Ю. Е. Тектонические условия формирования слюдоносных пегматитов месторождения «Плотина». Зап. ЛГИ, т. XXXV, вып. 2, 1959.

Скропышев А. В. Предварительные соображения о влиянии пострудной тектоники на качество слюды. Бюлл. техн. информ. Ленгеолнерудтреста, № 5, 1948.

Скропышев А. В. О генетической классификации промышленных пегматитов Северной Карелии и направлении поисково-разведочных работ на слюду. Тр. Гипронислюды, вып. 2, 1953.