

*В* *Зубин*  
*и* *г* *п*  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ Г. В. ПЛЕХАНОВА

---

Б. Я. АЛЕКСЕЕВ

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ РАЗВЕДКИ  
СЛЮДЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРЕЛИИ**

Специальность № 04.134. Геология и разведка  
месторождений нерудных ископаемых

**А в т о р е ф е р а т**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук**

Петрозаводск  
1970

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИМЕНИ Г. В. ПЛЕХАНОВА

---

Б. Я. АЛЕКСЕЕВ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ РАЗВЕДКИ  
СЛЮДЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРЕЛИИ

Специальность № 04.134. Геология и разведка  
месторождений нерудных ископаемых

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Петрозаводск  
1970

Работа выполнена в институте геологии Карельского филиала Академии наук СССР.

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук, профессор А. В. Скропышев,  
доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник  
П. П. Боровников.

Ведущее предприятие: Северо-Западное территориальное геологическое управление М-ва геологии РСФСР.

Автореферат разослан « 22 » *августа* . . . . . 1970 г.

Защита диссертации состоится « . . . » *6 июня* . . . . . 1970 г.

на заседании Ученого совета геологоразведочного и геофизического факультетов Ленинградского горного института им. Г. В. Плеханова по адресу: Ленинград, В-06. В. О. 21 линия, дом 2, аудит. № 358.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института с 9 час. 30 мин. до 17 час. после объявления в газете.

Ученый секретарь совета О. Н. Фирфарова.

*Иш. № 4С-341/05*



## ВВЕДЕНИЕ

Специфика карельских месторождений мусковита заключается в том, что они с поверхности изучены весьма детально, а их приповерхностные горизонты разведаны и выработаны. Поэтому дальнейшие перспективы слюдяных рудников целиком зависят от результатов разведки все более и более глубоких горизонтов. Предотвращение связанного с этим увеличения затрат на единицу прироста запасов может быть достигнуто при прочих равных условиях за счет применения более совершенной, чем существующая, методики разведки.

Совершенствованием методики разведки месторождений мусковита уже много лет занимается ряд производственных и научно-исследовательских геологических организаций. К ним относятся: Сев. Зап. геол. управление (О. П. Лунина, К. К. Судиславлев, В. П. Псарев, А. Н. Петров, Э. А. Петров, В. С. Трейнис, Б. Е. Стеблов и др.), Иркутское геол. управление (Г. В. Иванов и др.), ВИМС (Г. Г. Родионов и др.), Ленинградский горный институт (А. В. Скропышев, В. И. Терновой), институт геологии Карельского филиала АН СССР (Б. Я. Алексеев, Л. С. Голованова, Л. Л. Гродницкий, А. И. Крохин).

Работы, выполненные указанными исследователями, принесли несомненную и значительную пользу для совершенствования существующей методики разведки слюдяных месторождений. Однако и до настоящего времени остались неизменными некоторые ее принципиальные положения, следствием из которых является неизбежное снижение экономической эффективности и все более удлиняющиеся сроки проведения разведки по мере увеличения ее глубинности. Такими положениями, в частности, являются:

- 1) обязательность проведения валового опробования, а следовательно, и подземных горных выработок для получения данных о содержании и размерности слюды, без чего разведенные запасы не могут быть отнесены к категории промышленных, в том числе и к категории С<sub>1</sub>,



2) недопустимость распространения данных об ослюдении какой-либо слюдоносной жилы на другие жильные тела при подсчете запасов всех категорий, кроме прогнозных.

Эти положения противоречат имеющимся сейчас данным о геологических особенностях карельских месторождений.

В диссертации обобщены геологические материалы по Чупинско-Лоухскому слюдоносному району, а также по отдельным месторождениям. Анализ этих данных привел автора к необходимости критически рассмотреть ряд положений существующей методики разведки. Конкретные предложения автора диссертации по совершенствованию методики разведки и подсчета запасов мусковита основываются на определенных геологических предпосылках, вытекающих из такого анализа.

Таким образом, в диссертации рассматриваются геологические предпосылки совершенствования методики разведки и подсчета запасов слюдяных месторождений Карелии, что в понимании автора означает приведение этой методики в соответствие с современным состоянием знания геологических особенностей этих месторождений.

В качестве таких предпосылок рассмотрена слюдоносность пегматитовых жил в зависимости от их ориентировки и литолого-петрографических особенностей вмещающих пород. Установлено, что промышленно-слюдоносными являются жилы только некоторых простираций при условии залегания их в глиноземистых гнейсах. Высказано представление о слюдяных месторождениях Карелии как о специфических геологических блоках, представляющих собой жилоносные блоки в горизонтах продуктивных пород, в которых жилы благоприятных простираций образуют пегматитоносные зоны. С прикладной точки зрения такие блоки рассматриваются как самостоятельные объекты разведки, подсчета запасов и проектирования слюдобывающих предприятий или их реконструкции. Установлено, что изменчивость ослюдения в жилоносных геологических блоках значительно меньше изменчивости ослюдения в отдельно взятых пегматитовых жилах.

Изучена корреляционная зависимость между содержанием забойного сырья и другими показателями ослюдения пегматитовых жил. Значения средних пожильных содержаний слюды, изменчивость их и корреляционные зависимости между показателями ослюдения увязаны со структурно-минералогическими и текстурными особенностями пегматитовых жил про-

мышленно-слюдонсных типов, описанных Л. Л. Гродницким в предложенной им классификации.

Рассмотрены морфометрические особенности карельских слюдоносных пегматитовых жил и в соответствии с ними сделаны рекомендации по параметрам поисковой сети и обоснованию экстраполяции при разведке.

Автор диссертации более 20 лет непосредственно участвовал в геологосъемочных, поисковых, геологоразведочных и научно-исследовательских работах по слюде в Карелии или являлся руководителем этих работ. Обобщение полученных при их проведении геологических данных составляет основу диссертации. Кроме того, в диссертации использованы и обобщены данные эксплуатации и геологические материалы Чупинского рудоуправления, фондовая и опубликованная литература, из которой в первую очередь необходимо указать на работы Е. П. Чуйкиной, А. В. Скропышева, К. А. Шуркина, Н. В. Горлова, М. Е. Салье, Д. Т. Мишарева, В. С. Смирновой, П. П. Боровикова, Г. Г. Родионова, В. И. Тернового, В. Д. Никитина, Ю. Е. Рыцка, Л. Л. Гродницкого, а также сводные геологические отчеты геологоразведочных партий Северной экспедиции СЗТГУ.

Автор на протяжении своей многолетней работы неоднократно имел возможность советоваться и обмениваться мнениями по вопросам, затрагиваемым в диссертации, почти со всеми геологами-слюдяниками Карелии. Он выражает им свою глубокую благодарность.

Текст диссертации объемом 270 страниц, включая сюда 32 таблицы и 16 рисунков, состоит из введения, восьми глав и заключения. Список литературы включает в себя 77 работ, в том числе 51 опубликованную и 26 — фондовых. Второй том состоит из 29 графических приложений.

## **Гл. I. Существующая методика разведки и подсчета запасов мусковита и эффективность геологоразведочных работ на слюду в Карелии**

Изменения в методике разведки слюдяных месторождений Карелии, происшедшие за последние 15 лет, отразились в характере и объемах основных видов геологоразведочных работ, выполнявшихся в тот или иной период. При сравнительно равномерном увеличении общих ежегодных затрат на геологоразведочные работы по слюде такие их виды, как канавные

работы, колонковое бурение и подземные горные выработки, развивались не в одинаковой мере и не всегда в сторону роста.

Проходка канав из года в год уменьшалась и их объем в 1967 году составил всего 15% от объема, выполненного в 1954 году. Колонковое бурение, наоборот, с каждым годом занимало все большее место в комплексе геологоразведочных работ и его объемы за 1954—67 гг. выросли в 23 раза. Объемы выполняемых подземных горных работ за 1954—62 гг. выросли в 4 раза, но затем с 1963 г. по 1967 год уменьшились вдвое.

Такая картина объясняется тем, что к 1954 году разведка главных месторождений с поверхности была закончена. В связи с этим на смену канавным и другим открытым работам пришли колонковое бурение и подземные горные выработки. Глубинность этих работ постепенно, но постоянно возрастала и поэтому ежегодно увеличивались объемы колонкового бурения, а до глубин 40—60 м и подземных горных выработок. Начиная же с этих глубин, ежегодно выполняемые объемы подземных горных работ стали снижаться вследствие возрастания технических трудностей и увеличения времени, необходимого для проходки глубоких стволов шахт.

Изменения методики разведки, происшедшие за это же время, сводятся к следующему. Колонковое бурение стало применяться не только для оконтуривания на глубине разведываемых с поверхности заведомо слюдоносных жил, но и для выявления прямых и косвенных признаков промышленного ослюдняения на глубине в жилах, бесслюдных с поверхности. В этих случаях геологические данные буровых скважин являлись обоснованием для последующей разведки таких жил подземными горными выработками.

Колонковое бурение стало применяться все в больших и больших объемах также для поисков и разведки слепых пегматитовых жил. Параллельно с этим стало производиться опробование керна и по керновым пробам — определяться содержание слюды и другие показатели ослюдения. Вопрос о том, насколько могут быть использованы данные кернового опробования для подсчета запасов и промышленной оценки разведываемых жил, до настоящего времени окончательно не решен.

В последнее время при поисках слепых жил на хорошо изученных месторождениях с успехом применяется бескерновое, а при разведке — многозабойное бурение.



Сопоставление данных о геологоразведочных работах на слюду в Карелии за послевоенные годы с изменениями, происшедшими за это же время в методике разведки, свидетельствует о том, что эти изменения обусловлены не столько особенностями геологического строения месторождений или степенью их геологической изученности, сколько глубиной залегания разведываемых жил.

Методика разведки совершенствовалась за счет все более широкого применения колонкового бурения на поисковой и предварительной стадиях. В остальном же менялась не методика разведки, а варианты вскрытия пегматитовых жил подземными горными выработками для взятия валовых проб.

Сравнение по годам характера, объемов и методики геологоразведочных работ в Чупинско-Лоухском слюдоносном районе с их эффективностью показывает, что экономическая эффективность этих работ увеличивалась до 1962 года как за счет все возрастающей роли колонкового бурения, так и за счет сосредоточения поисков и разведки на все более и более перспективных участках. Последнее становилось возможным благодаря детальному геологическому картированию, позволявшему уточнять поисковые признаки и выявлять закономерности, контролирующие слюдоносность.

В дальнейшем, когда определились оптимальные направления работ и когда, казалось, были исчерпаны методические возможности бурения, перестали действовать факторы, способствующие дальнейшему повышению экономической эффективности разведки, и, наоборот, стали действовать факторы, снижающие эффективность. Такими факторами явились: увеличение глубины разведки и постепенный переход к менее перспективным участкам там, где самые перспективные оказывались уже разведанными. В связи с этим, начиная с 1963 года, эффективность разведки постоянно падает.

Из сказанного следует, что в Карелии существует один путь повышения или хотя бы предотвращения дальнейшего падения эффективности разведки хорошо изученных, т. е. эксплуатирующихся уже много лет месторождений. Это путь совершенствования методики за счет более полного использования установленных геологических особенностей этих месторождений, которые учтены в существующей методике еще далеко не все.



Такими особенностями являются:

а) приуроченность промышленного ослюденения к жилам только некоторых простираций при условии залегания этих жил в литологически благоприятных (высокоглиноземистых) гнейсах;

б) определенное положение литологически благоприятных гнейсов в геологическом разрезе месторождения;

в) залегание пегматитовых жил в виде четко выраженных зон, прослеживающихся на большие глубины;

г) наличие определенных структурно-минералогических и текстурных признаков, позволяющих по керну буровых скважин определять принадлежность жил к одному из трех промышленно-слюдоносных типов или к непромышленному типу;

д) возможность рассматривать месторождение слюды как «геологический блок», занимающий определенное положение в разрезе, характеризующийся присущими ему литолого-петрографическими особенностями вмещающих пород и наличием в этих породах зоны слюдоносных пегматитовых жил, имеющих характерное для данного блока благоприятное прости-  
рание;

е) большая изменчивость ослюденения в отдельно взятых пегматитовых жилах вообще и погоризонтных содержаний, в частности;

ж) меньшая изменчивость истинных пожильных содержаний в пределах одного «геологического блока» по сравнению с изменчивостью содержаний в пределах отдельно взятых жил, в том числе и средних погоризонтных;

з) наличие достаточно надежных корреляционных зависимостей между содержанием забойной слюды и показателями ее размерности (качества);

и) наличие других особенностей, могущих быть использованными как при разведке отдельных жил, так и при разведке предлагаемым в диссертации «зонно-блоковым» методом.

Обязательным условием применения «зонно-блокового» метода является строгий учет всех геологических особенностей разведываемого месторождения и максимальное использование их при подсчете запасов и его обосновании.

## Гл. II. Геологическая характеристика Чупинско-Лоухского слюдоносного района; ориентировка пегматитовых жил и их слюдоносность

В первом разделе этой главы приводятся общие сведения о районе и кратко излагается история его геологического изучения. Отмечаются работы, имеющие, по мнению автора, особенно важное значение для разработки методики разведки слюдяных месторождений Карелии (Г. Н. Бунтин, В. Д. Никитин, А. В. Скропышев, В. И. Терновой, Е. П. Чуйкина). Характеризуется состояние геолого-поисковой изученности площади распространения пород продуктивной чупинской свиты.

Во втором разделе приводятся сведения о существующих в настоящее время схемах стратиграфического расчленения беломорид Чупинско-Лоухского слюдоносного района (Е. П. Чуйкиной, Н. В. Горлова, Д. Т. Мишарева — В. С. Смирновой, К. А. Шуркина и др.). Главными причинами отсутствия единого мнения о стратиграфии Беломорья, по мнению автора, являются:

1) невозможность использования палеонтологического метода и неразработанность для стратификации беломорид методов определения абсолютного возраста;

2) отсутствие четкого определения стратиграфических единиц для беломорид района;

3) неравноценная изученность различных частей разреза беломорид;

4) отсутствие разработанных критериев для корреляции разрезов.

Разработка этих вопросов представляется автору одной из главных задач дальнейшего геологического изучения района.

Автор на основании сопоставления имеющихся данных о литолого-петрографических особенностях котозерской и хитоламбинской, а также западной и керетской свит считает наиболее согласующейся с фактическим материалом схему, предложенную Н. В. Горловым. Согласно этой схеме выделяются (снизу вверх):

— породы фундамента беломорид (гранито-гнейсы, биотитовые гнейсы, амифболо-биотитовые гнейсы, гранитоиды и др.), слагающие ядерные части купольных или купольно-блоковых структур, имеющие на эрозионной поверхности островной характер распространения в западной части района среди более молодых пород;

— беломориды;

— котозерская свита амфиболсодержащих гнейсов с прослоями биотитовых гнейсов и амфиболитов;

— чупинская свита биотитовых, амфиболсодержащих и глиноземистых гнейсов (лоухская подсвита) и преимущественно глиноземистых гнейсов с прослоями аплитовидных и амфиболсодержащих биотитовых гнейсов и амфиболитов (хитогорская подсвита);

— хитоламбинская свита серых полосчатых, часто эпидотсодержащих биотитовых гнейсов и амфиболитов с прослоями биотитовых гнейсов.

Продуктивной на мусковит является чупинская свита, которая расчленена Е. П. Чуйкиной при детальном геологическом картировании в нижней части разреза на 6 литолого-стратиграфических горизонтов, а в верхней — на 8. Приводится описание пород этих горизонтов. Визуальным признаком для выделения горизонтов является определенное для каждого из них сочетание следующих групп пород, имеющих существенное значение в строении чупинской свиты:

- 1) мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы,
- 2) среднезернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы,
- 3) эпидото-биотитовые гнейсы с амфиболом и светлосерые биотитовые гранито-гнейсы.

Характерной особенностью чупинской свиты, как считает автор, является не преобладание, а более частое (по сравнению с другими свитами) присутствие в ее разрезе гранато-биотитовых и дистено-гранато-биотитовых гнейсов.

Наиболее важные в промышленном отношении карельские месторождения мусковита приурочены к породам пятого и одиннадцатого горизонтов чупинской свиты, в строении которых высокоглиноземистые гнейсы играют преобладающую роль.

В третьем разделе приводятся данные о магматических породах, распространенных в районе. Согласно К. А. Шуркину выделяются:

- 1) доорогенные производные основной магмы;
- 2) раннеорогенные производные основной магмы;
- 3) синорогенные гранитоиды, мигматиты и пегматиты;
- 4) позднеорогенные трещинные интрузии основных и кислых пород;
- 5) посторогенные (постбеломорские) магматические образования.



Автор, указывая, что обычно пегматитовые жилы, залегающие в основных породах, не являются слюдоносными, обращает внимание на те случаи, когда как раз жилы, залегающие в них, промышленно-слюдоносны, а на тех же месторождениях, но залегающие в гнейсах — не имеют промышленного значения. Автор объясняет это неодинаковой возможностью поступления в жильную полость благоприятных для слюдосбра-зования растворов, связанной с различной пластичностью основных пород и гнейсов.

Среди гранитоидных пород (согласно К. А. Шуркину) выделяются метасоматические синорогенные гранитоиды, позднесинорогенные анатектит-граниты и позднеорогенные магматические жильные интрузивные граниты.

Пегматиты района генетически связываются с анатектит-гранитами.

В четвертом разделе реферируемой главы автор останавливается на трех вопросах — излагает существующие точки зрения на геологическую структуру района, рассматривает связь дорудных дизъюнктивных нарушений (возникновения пегматитовмещающих жильных полостей) со складчатыми структурами и анализирует зависимость слюдоносности пегматитовых жил от их ориентировки, т. е. от принадлежности к той или другой системе дорудной и внутрирудной тектонической трещиноватости.

Автор отдает предпочтение представлению о моноклиальной структуре беломорид и, исходя из характера антиклинальных складок, развитых на ряде месторождений, присоединяется к взглядам Н. В. Горлова, выделяющего три структурные зоны — гранито-гнейсовых куполов (Западная структурная зона), северо-восточной складчатости (Срединная структурная зона) и моноклиального залегания (Восточная структурная зона).

Автором изучена распространенность пегматитовых жил различного простираения на главных месторождениях мусковита Карелии и проведено сопоставление ее с элементами складчатых структур этих месторождений. При этом установлено, что наиболее сложным складкам соответствует наибольшее число распространенных простираций пегматитовых жил (месторождения Тэдино, Карельский). Сравнительно простым складкам соответствует наименьшее число наблюдаемых простираций пегматитовых жил. Эти данные приводят автора к

выводу, что ориентировка преобладающих простираций пегматитовых жил того или другого месторождения зависит от ориентировки его складчатой структуры, а особенности распространения жил тех или иных простираций согласуются с особенностями структуры, вызванными взаимодействием складчатости разных направлений. Таким образом, признается синорогенность возникновения пегматитовмещающих жильных полостей (дорудных разрывных нарушений).

Автором была изучена зависимость слюдоносности 436 пегматитовых жил четырех главных месторождений района от их ориентировки. При этом установлено, что чем более отчетливо выражен промышленный характер ослюдоения в жилах, тем более четко выявляется определенность ориентировки их. В таблице № 1 приводятся:

в первой графе — названия месторождений;

во второй графе — число румбов (10-градусных), в которых распространены все пегматитовые жилы, независимо от их слюдоносности;

в третьей графе — число румбов, в которых распространены только слюдоносные жилы, но независимо от их промышленной ценности;

в четвертой графе — число румбов, в которых распространены только наиболее ценные в промышленном отношении жилы, т. е. жилы, дающие более 85% всей добываемой в Карелии слюды.

Таблица № 1

| 1                | 2  | 3  | 4 |
|------------------|----|----|---|
| Лоухское озеро   | 10 | 3  | 2 |
| Малиновая варака | 17 | 7  | 3 |
| Карельский       | 16 | 6  | 4 |
| Тэдино           | 16 | 15 | 5 |

Каждое из простираций пегматитовых жил, благоприятное для слюдоносности их, характерно для того или другого геологического блока, что позволяет при разведке его обоснованно и рационально выбирать ориентировку разведочной сети.

Результаты изучения распространенности и слюдоносности пегматитовых жил различных простираций позволяют автору сделать следующие выводы:

1) возникновение, раскрытие и заполнение тектонических трещин гранитоидным расплавом происходило в период интенсивного складкообразования, но при наличии уже достаточно хрупких пород («склеросферы»), т. е. было позднесинорогенным; этот период характеризуется большим числом активных тектонических направлений;

2) повторные раскрытия пегматитовмещающих полостей носили импульсивный характер, происходили в период затухания складкообразования, приводили к поступлению в полости метасоматирующих растворов, преобразующих первоначальную жильную породу в дифференцированный пегматит и способствующих образованию мусковита; этот период (позднеорогенный) характеризуется небольшим числом активных тектонических направлений и существованием таких физико-химических и термодинамических условий во вмещающих породах, которые способствовали тому, что растворы, проходящие через толщу этих пород, были благоприятны для мусковитообразования при поступлении их по трещинам в жильные тела.

Таким образом, благоприятный литологический фактор смог проявиться в определенный период тектонической активности. Пространственно он проявлен в тех блоках продуктивных пород, которые одновременно являются зонами пегматитовых жил, имеющих в каждом блоке определенное простираение.

Каждый такой блок характеризуется определенными признаками ему геологическими особенностями, в этом смысле является геологически однородным, что определяет достаточно устойчивые промышленно-оценочные показатели находящихся в нем пегматитовых жил. Это обстоятельство составляет принципиальную основу предлагаемого автором зонно-блокового метода разведки и подсчета запасов месторождений мусковита—разведки именно таких геологических блоков с учетом присущих им геолого-промышленных особенностей, а не разведки отдельных пегматитовых жил.



### Гл. III. Структурно-минералогические и текстурные критерии оценки слюдоносности пегматитовых жил

Автсром собраны и проанализированы количественные показатели ослюденения и их изменчивость для пегматитовых жил различных типов структурно-минералогической классификации, предложенной Л. Л. Гродницким. Приводится подробное описание структурно-минералогических и текстурных особенностей каждого типа. Обращается внимание на то, что эти особенности могут быть легко установлены при геологическом изучении пегматитового керна буровых скважин.

Определение структурно-минералогического типа разведываемой жилы позволяет, во-первых, исключить из подсчета запасов слюды в каком-либо разведываемом геологическом блоке пегматит, относящийся к непромышленному — I типу жил, а во-вторых, вычислить в этом блоке среднее содержание слюды для пегматита жил промышленных типов (II, III и IV-го), так как каждому из этих типов присуще достаточно устойчивое среднее истинное (для жилы в целом) содержание. Определенное таким способом среднее содержание мусковита является более достоверным, чем определенное в результате опробования керна даже большого числа скважин. Это следует из того, что изменчивость средних пожильных (истинных) содержаний в пределах одного типа жил значительно меньше изменчивости «точечных» содержаний в пределах одной жилы, определяемых при керновом опробовании.

Средние пожильные (истинные) содержания мусковита для промышленных структурно-минералогических типов жил характеризуются следующими цифрами:

- II тип (зональные жилы, сложенные плагиоклазовым пегматитом пегматоидной и блоксзой структур) — среднее содержание 35 кг/куб. м. при коэффициенте вариации, равном 56%;
- III тип (зональные жилы, сложенные плагиоклазовым и микроклиновым пегматитом пегматоидной и блоковой структур) — среднее содержание 70 кг/куб. м. при коэффициенте вариации, равном 32%;
- IV тип (участково-зональные жилы, сложенные микроклиновым и плагиоклазовым пегматитом пегматоидной, блоковой и «блоково-графической» структур) — среднее содержание 10 кг/куб. м. при коэффициенте вариации, равном 61%.

Рекомендуемый автором способ определения среднего содержания слюды в пегматите разведываемого геологического блока не исключает использования kernового опробования в качестве контрольного метода, могущего предотвратить в непредвиденных случаях крупные ошибки подсчета запасов.

#### **Гл. IV. Литолого-петрографические и структурно-тектонические признаки выделения слюдоносных блсков — зон на месторождениях мусковита Карелии (на примере месторождения Малиновая варака и других)**

В геологическом строении месторождения Малиновая варака участвуют породы 9, 10, 11 и 12-го горизонтов чупинской свиты. В петрографическом отношении каждый из этих горизонтов не является однородным и каждый из них существенно отличается от другого, что определяет собой различную степень продуктивности их. Это обстоятельство является главным для выделения на месторождении Малиновая варака геологических блоков, ограничивающие поверхности которых совпадают с подошвой и кровлей (или эрозионной поверхностью) соответствующего литолого-стратиграфического горизонта в контурах пегматитоносной жильной зоны субмеридионального северо-западного простиранья.

Соответственно числу в разной степени продуктивных горизонтов, подробное описание которых приводится в диссертации, на месторождении выделяется 3 геологических блока, два из которых изучены в литолого-петрографическом отношении достаточно детально, а один требует дальнейшего изучения.

В разрезе 11 горизонта высокоглиноземистые дистенсодержащие породы занимают 94% объема, в то время как на долю лейкократовых аплитовидных пород приходится всего 2,5%. Средняя мощность пластов дистенсодержащих гнейсов равна 10 метрам, а частота переслаивания в расчете на 100 метров истинной мощности равна 17. Пегматитоносная зона субмеридионально ориентированных жил, залегающих в породах этого горизонта, образована жилами II-го и III-го структурно-минералогических типов. Зона этих жил в пределах 11-го горизонта представляет собой I-й (верхний) геологический блок месторождения.

Эта же жильная зона, но в пределах пород 10-го горизонта, рассматривается как II-й (средний) геологический блок. В разрезе 10-го горизонта только 62,5% объема занимают глинозе-

мистые породы и 37,5% — лейкократовые аплитовидные гнейсы. Средняя мощность пластов дистено-гранато-биотитовых и гранато-биотитовых гнейсов равна только 4,6 м, а частота переслаивания на 100 м истинной мощности достигает 27. Промышленно-слюдоносными жилами, залегающими в породах 10-го горизонта, являются жилы IV-го структурно-минералогического типа. Жилы этого блока резко отличаются также своей морфологией и размерами от жил I-го блока.

В составе пород 9-го горизонта преобладают амфибол-содержащие биститовые гнейсы и в целом он не является продуктивным. Но в его разрезе принимают участие линзообразные пласты гранато-биотитовых гнейсов. Жильная зона, пересекая эти породы, может быть представлена промышленно-слюдоносными жилами. Однако, данных о таких жилах еще мало, поэтому 3-й (нижний) геологический блок на месторождении Малиновая варака выделяется в качестве возможного предположительно.

На примере месторождения Малиновая варака показан принцип выделения геологических блоков с учетом литолого-петрографических особенностей горизонтов (пачек, пластов) вмещающих пород и тектонического признака — наличия зоны промышленно-слюдоносных жил, т. е. зоны тектонической активности благоприятного направления.

По такому же принципу выделены геологические блоки на месторождениях Тэдино, Карельский и Лоухское озеро. Приведены краткая характеристика выделенных блоков и данные стратотки об истинных пожильных содержаниях в промышленно-слюдоносных жилах большей части этих блоков.

Выделяемые геологические блоки, таким образом, должны быть охарактеризованы долей высокоглиноземистых пород в их разрезе, средней мощностью пластов этих пород и частотой переслаивания, а также принадлежностью к определенной зоне жил, имеющих благоприятные простирания, морфометрическими и морфологическими особенностями и показателями ослюденения с установленными пределами изменчивости.

## **Гл. V. Морфометрические данные о слюдоносных пегматитовых жилах и выбор рациональной разведочной сети**

В этой главе рассматриваются данные о длине жильных тел, их горизонтальной мощности и протяженности по вертикали (протяженности жил по падению в проекции на вертикальную плоскость), а также об изменчивости этих парамет-



ров, выражаемой коэффициентами вариации их. Исходя из установленных особенностей морфометрии промышленно-слюдоносных жил делаются рекомендации по методике разведки.

Для выбора начальной и конечной густоты разведочных профилей на первых стадиях разведки геологического блока определяются наибольшие и наименьшие значения из установленных максимальных длин жильных тел по месторождениям. Они характеризуются следующими цифрами:

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Карельский       | 226 и 92 м,  |
| Малиновая варака | 232 и 102 м, |
| Тэдино           | 205 и 87 м,  |
| Лоухское озеро   | 404 и 156 м. |

Густота скважин на профиле определяется с учетом средних (для месторождения или блока) значений вертикальной протяженности слюдоносных жил, которые характеризуются следующими цифрами:

|                  |             |
|------------------|-------------|
| Карельский       | 32 — 63 м,  |
| Малиновая варака | 15 — 61 м,  |
| Тэдино           | 34 — 54 м,  |
| Лоухское озеро   | 63 — 168 м. |

Изучение данных об отношении длины жильных тел к их вертикальной протяженности показало, что в среднем это отношение варьирует от 2,3 : 1 (м-ние Тэдино) до 3,2 : 1 (Малиновая варака). До настоящего времени при подсчете запасов оно принималось равным 4 : 1.

Результаты исследования изменчивости длины жильных тел и их вертикальной протяженности дали возможность сделать вывод о том, что при распространении по простиранию данных о вертикальной протяженности в каком-либо поперечном разрезе жилы ошибка экстраполяции будет меньше, чем при распространении по вертикали данных о длине этой жилы, полученных в каком-либо горизонтальном сечении ее. В настоящее же время как раз экстраполируются данные о длине жильных тел. К аналогичному выводу автор приходит и в отношении средней горизонтальной мощности жил, произведя исследование ее изменчивости в поперечных вертикальных и горизонтальных сечениях.

По методу, предложенному В. С. Булгаковым и В. И. Паченко, с учетом морфометрических данных о жилах главных месторождений Карелии, определены параметры поисковой сети, обеспечивающие 50 и 100-процентную вероятности

выявления промышленно-слюдоносных жил на этих месторождениях. Они характеризуются следующими цифрами:

|                  | Вероятность выявления |          |
|------------------|-----------------------|----------|
|                  | 50%                   | 100%     |
| Лоухское озеро   | 360 x 120             | 210 x 70 |
| Малиновая варака | 180 x 60              | 60 x 20  |
| Карельский       | 180 x 60              | 90 x 30  |
| Тэдино           | 140 x 70              | 60 x 30  |

#### **Гл. VI. Изменчивость ослюденения в пегматитовых жилах и в жилосных блоках как основа методики разведки и подсчета запасов**

В этой главе дается краткая характеристика существующих оценочных показателей ослюденения пегматитовых жил: содержания забойного сырца, балансового показателя, содержания (суммарного) промышленного сырца, содержания крупноразмерной слюды (промсырца I и II групп — суммарно) и стоимостного показателя. Обосновывается критика балансового показателя и предлагается для оценки ослюденения пользоваться данными о суммарном содержании промышленного сырца и о содержании крупноразмерной слюды.

Автором были изучены и статистически обработаны данные более 1500 проб, большинство которых относится к жилам одного геологического блока. Это позволило сопоставить внутрижилую изменчивость показателей ослюденения (содержание слюды по пробам в пределах одной какой-либо жилы) с внутриблоковой изменчивостью пожильных содержаний (по полностью отработанным жилам). Из такого сопоставления установлено, что изменчивость средних пожильных содержаний (в пределах одного геологического блока) значительно, в 2—3 раза, меньше изменчивости содержания в пределах какой-либо одной жилы. Это обстоятельство является основанием для применения принципа аналогии при оценке новых жильных тел в пределах того геологического блока, для которого уже имеются данные о среднем пожильном содержании слюды. Распространение этих данных на вновь выявляемые жилы вызовет погрешность подсчета запасов меньшую, чем использование при подсчете данных опробования этих жил,

Изучение вариационных кривых показателей ослюденения показало, что они имеют приближающийся к логнормальному характер распределения. Приведены данные, показывающие, что при определении среднего содержания слюды по отдельным жилам (по существующей методике) следует учитывать это обстоятельство, что позволит добиться почти 100-процентной сходимости содержаний с данными отработки.

Исследована и показана изменчивость как средних погоризонтальных содержаний слюды в пределах одной жилы, так и средних содержаний по вертикальным поперечным сечениям ее. Установлено, что изменчивость последних меньше, что говорит в пользу разведки отдельных жил по вертикальным поперечным, а не по горизонтальным сечениям. Но изменчивость пожильных содержаний в пределах одного геологического блока меньше изменчивости средних как погоризонтных, так и вертикальных поразрезных содержаний. Таким образом, наибольшую достоверность разведки обеспечивают данные отработки о пожильных содержаниях в данном блоке и данные о средних содержаниях для жил встреченных структурно-минералогических типов.

Автором показано, что достоверность определения содержания как среднего из пожильных (истинных) содержаний соответствует достоверности определения среднего содержания по каждой жиле в отдельности при условии подсечения ее 20—30 скважинами. Это дает основание автору предлагать запасы, разведанные зонно-блоковым методом, при наличии данных отработки о пожильных содержаниях, относить к категории  $C_1$ , а при отсутствии таких данных, но при наличии данных кернового опробования—к категории  $C_2$ .

## **Гл. VII. Корреляционная зависимость между показателями ослюденения и оценка качества слюды в разведываемых геологических блоках**

Автором были сопоставлены и подвергнуты корреляционному анализу данные о содержании забойного сырца, балансовом показателе, содержании промышленного сырца и содержании крупноразмерной слюды по 1533 пробам, взятым при разведке 12 жил. По одной жиле была исследована корреляционная зависимость между балансовым и стоимостным показателями.



Кривые распределения абсолютных значений всех показателей ослюденения имеют одинаково асимметричный гиперболоподобный характер. Исследованные выборки приблизительно согласуются с логнормальным законом распределения.

Исследование корреляционных зависимостей между показателями ослюденения показало, что балансовый показатель по 11 жилам из 12 хорошо коррелируется с содержанием забойного сырца (коэффициенты корреляции от  $+0,6$  до  $+1,0$ ), а по 7 жилам коэффициенты корреляции весьма высокие. Точно такая же картина корреляционной зависимости установлена между содержанием промышленного сырца и содержанием забойного сырца. Достаточно четко корреляционная связь проявлена между содержанием крупноразмерной слюды и содержанием забойного сырца. Очень высокий коэффициент корреляции получен между балансовым и стоимостным показателями.

Полученные автором данные о существовании достаточно четкой корреляционной зависимости между содержанием забойной слюды, с одной стороны, и остальными показателями ослюденения с другой, доказывают возможность применения принципа аналогии в пределах какого-либо геологического блока не только к содержанию слюды, как об этом говорилось выше, но и к показателям, характеризующим ее размерность или качество.

#### **Гл. VIII. Основные положения «зонно-блокового» метода разведки и подсчета запасов**

Основные положения «зонно-блокового метода», который может быть предложен, исходя из приведенных геологических предпосылок и вытекающих из них соображений, заключаются в следующем:

1) Для всего объема слюдоносного пегматита глубоко-залегających жил разведываемого блока-зоны при подсчете запасов категории  $C_1$  принимается среднее истинное содержание, полученное как средневзвешенное на объемы жильной массы отработанных жил данного блока. При разведке тех блоков-зон, для которых данные отработки отсутствуют, принимается среднее содержание, определенное по керну буровых скважин, а запасы слюды, подсчитанные с учетом этого содержания, относятся к категории  $C_2$ .

2) Суммарный объем слюдоносного пегматита в разведываемом блоке-зоне определяется как сумма пегматита всех выявленных в нем буровыми скважинами слюдоносных жил.

3) Заключение о промышленной слюдоносности встреченных буровыми скважинами пегматитовых жил делается на основании наличия в керне благоприятных текстурных и структурно-минералогических разностей пегматита, позволяющих отнести его к одному из трех промышленно-слюдоносных типов.

4) Объемы слюдоносного пегматита по отдельным жильным телам и пространственное положение последних определяется на основании данных буровой разведки блока-зоны, т. е. данных о подсечении слюдоносного пегматита буровыми скважинами. Интерполяция и экстраполяция этих данных для отстройки предполагаемых контуров жильных тел осуществляется с обязательным учетом закономерностей залегания слюдоносных жил данного блока и наиболее вероятных (средних) их размеров.

5) Буровая разведка блока-зоны по своему характеру и задачам является предварительной и имеет целью определение количества запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$ . Она осуществляется в два этапа.

На первом этапе разведки бурение скважин вначале проводится по редкой сети и имеет целью пространственное оконтуривание блока-зоны слюдоносных жил, т. е. получение данных о глубине распространения литологически благоприятных (продуктивных) пород, о глубине и протяженности зоны слюдоносных пегматитовых жил и о ее мощности. В результате определения границ блока и всего его объема определяются прогнозные запасы мусковита. При этом принимается коэффициент слюдоносности, вычисленный по той части блока, в которой залегали отработанные жилы.

Затем, производится бурение скважин в пределах установленных контуров блока-зоны по более густой сетке, обеспечивающей подсечение наиболее крупных жил, уточнение закономерностей в распространении слюдоносных жил внутри блока-зоны и изучение особенностей ослюденения жил в различных его частях.

После этого, сетка буровых скважин доводится до предельной густоты, обеспечивающей подсечение всех слюдоносных жил, представляющих по своим размерам практический интерес. Однако, бурение скважин производится с обязательным

учетом уже полученных геологических данных и сосредоточивается на участках концентрации жил, установленных ранее пробуренными скважинами.

Таким образом, на первом этапе предварительной разведки бурение скважин осуществляется с последовательным сгущением разведочной сетки, сопряженным с уменьшением площадей разбуриваемых участков.

По встреченным скважинами жилам (с учетом известных для данного блока их средних параметров) предположительно определяется суммарный объем пегматита и подсчитываются запасы слюды в блоке-зоне по категории  $C_2$ .

Работы второго этапа предварительной разведки заключаются в разбурировании каждой слюдоносной жилы, как минимум, в одном поперечном сечении с интервалами подсечения ее через 15—20 метров по падению и восстанию. Если разбуривание жилы в одном сечении не дает достаточных данных для однозначного решения вопроса о структурно-минералогическом типе ее, то такая жила разбуривается еще в 1—2 сечениях. То же самое делается в случае разведки крупных жильных тел, встреченных на двух или нескольких профилях скважинами первого этапа.

По жилам, разведанным скважинами второго этапа, производится подсчет суммарных запасов категории  $C_1$  и с учетом всех данных бурения и особенностей элементов залегания, средних размеров и морфологии жил, типичных для разведываемого блока-зоны, производится отстройка их пространственных контуров.

Предлагаемый метод разведки глубоких горизонтов, эксплуатирующихся месторождений мусковита, основывается на том, что установленной геологической особенностью этих месторождений является более отчетливо выраженная устойчивость ослюденения жил в пределах одного блока-зоны, нежели устойчивость ослюденения горизонтов в контурах одной жилы. Он учитывает и другие конкретные геологические особенности разведываемых блоков-зон. Поэтому «зонно-блоковый метод» в приложении к предварительной разведке и подсчету запасов (катег.  $C_1$  и  $C_2$ ) мусковита глубоких горизонтов эксплуатирующихся месторождений Карелии более соответствует духу требований ГКЗ и ряда методических указаний, чем методика, существующая до сего времени в практике геолого-разведочных работ на слюду.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автор делает следующие выводы:

1) **Промышленно-слюдоносные** пегматитовые жилы, как правило, залегают в определенных литолого-стратиграфических горизонтах продуктивной чупинской свиты; **такие жилы**, образуя пегматитовые зоны (или кусты), имеют в каждой из них определенные простираия; **эти жилы** характеризуются структурно-минералогическими и текстурными особенностями внутреннего строения, позволяющими выделить в них три промышленных типа, отличающихся между собой также и количественными показателями ослюденения в определенных границах их изменчивости.

2) Указанные особенности промышленно-слюдоносных пегматитовых жил позволяют выделять на эксплуатирующихся месторождениях слюды (наиболее хорошо изученных) геологические блоки, каждый из которых пространственно ограничивается подошвой и кровлей продуктивного литолого-стратиграфического горизонта и контурами пегматитовосной зоны. Таким образом, эти геологические блоки представляют собой жилоносные блоки продуктивных пород. Использование принципа аналогии при разведке таких блоков геологически более обоснованно, чем при разведке отдельных пегматитовых жил. Оно соответствует не только определенным геологическим особенностям, присущим каждому такому блоку, характеризующим его и сохраняющимся во всем его объеме, но и более устойчивому в нем, по сравнению с отдельными жилами, ослюденению. Поэтому, геологический блок, в целом, а не каждая отдельная жила, должен рассматриваться в качестве самостоятельного и единого объекта разведки, подсчета запасов, проектирования и отработки.

3) Структурно-минералогические и текстурные признаки промышленно-слюдоносных жил коррелируются с количественными показателями их слюдоносности (содержанием забойного сырца) и легко документируются по керну буровых скважин. Это дает возможность с точностью, не меньшей, чем при существующем методе (валовое опробование), определять среднее содержание мусковита в пегматите, заключенном в разведываемом жилоносном геологическом блоке. Определение содержания должно производиться путем геологического изучения пегматитового керна и количественного учета структурно-минералогических разностей пегматита со взвешивани-

ем на объем каждой разности присущего ей среднего содержания, устанавливаемого для данного блока статистически по ранее отработанным или детально разведанным жилам. Таким образом, можно отказаться от проходки (в целях разведки запасов категории С<sub>1</sub>) подземных горных выработок, являющихся главной причиной длительных сроков разведки слюдяных месторождений и снижения ее эффективности с возрастом глубины.

4) Количественно выражаемые показатели ослюденения хорошо коррелируются между собой; зависимость между содержанием забойного сырья и другими показателями характеризуется в преобладающем числе случаев высокими коэффициентами корреляции (выше +0,7). Это является основанием для применения принципа аналогии (в пределах одного геологического блока) не только к содержанию забойного сырья, но и к другим показателям ослюденения.

5) Принципиальные положения предложенной автором методики разведки и подсчета запасов для слюдяных месторождений Карелии исходят, таким образом, из установленных и проверенных многолетней практикой разведки и эксплуатации геологических особенностей этих месторождений.

6) Эта методика определяет минимальное число выработок, необходимое для получения прямых данных, позволяющих на основе принципа аналогии подсчитывать по какому-либо шахтному полю в целом суммарные запасы мусковита, могущие по своей достоверности служить обоснованием проектирования капитальных эксплуатационных шахт, различных сооружений, реконструкции рудников и т. п. и производства капиталовложений для осуществления этих целей.

Достоверность подсчета таких запасов слюды и их пространственной привязки обеспечивается предложенной методикой на уровне достоверности, достигнутой при существующей методике.

Предложенная методика позволяет отказаться от проходки для достижения указанных выше целей подземных горных выработок, полностью заменяя их буровыми скважинами. Как показали расчеты, эта методика позволит проводить разведку слюдяных месторождений в два раза дешевле и в 1,5 раза быстрее, чем при методике принятой в настоящее время.

**Список научных работ автора, опубликованных по теме диссертации:**

1. Алексеев Б. Я. Геологические предпосылки развития геолого-разведочных работ на слюду-мусковит в Карелии и пути повышения их эффективности. Сборн. «Вопросы геологии и закономерности размещения полезных ископаемых Карелии». Петрозаводск, 1966.

2. Алексеев Б. Я. Опыт применения колонкового бурения при поисках слепых пегматитовых жил и его перспективы. Материалы по геологии и полезн. ископ. Северо-Запада РСФСР, вып. 7, 1967.

3. Алексеев Б. Я. Принципиальные вопросы методики разведки и подсчета запасов мусковита глубоких горизонтов эксплуатирующихся месторождений Карелии. Сборн. «Геология слюдяных месторождений Карелии и Кольского п-ва, методика их разведки и промышленное использование слюды». Труды Института геологии Карельского филиала АН СССР, вып. 4, 1969.

4. Алексеев Б. Я. О корреляционной зависимости между содержанием забойного сырья-мусковита и балансовым показателем. Сборн. «Геология слюдяных месторождений Карелии и Кольского п-ва, методика их разведки и промышленное использование слюды». Труды Института геологии КФ АН СССР, вып. 4, 1969.