

А К А Д Е М И Я   Н А У К   С С С Р

Б. Я. АЛЕКСЕЕВ  
Л. С. ГОЛОВАНОВА  
А. И. КРОХИН

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ РАЗВЕДКИ  
СЛЮДЯНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
КАРЕЛИИ**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КАРЕЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ  
Институт геологии

---

Труды

Выпуск 22

Б. Я. АЛЕКСЕЕВ  
Л. С. ГОЛОВАНОВА  
А. И. КРОХИН

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВЕДКИ СЛЮДЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАРЕЛИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Ленинградское отделение  
ЛЕНИНГРАД 1974



Алексеев Б. Я., Голованова Л. С., Крохин А. И. Геологические основы разведки слюдяных месторождений Карелии. Л., изд-во „Наука“, Ленингр. отд., 1974, 94 с. (Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, вып. 23).

Анализ фактического материала многолетних геологических исследований, геологоразведочных и эксплуатационных работ приводит к выводу о существовании некоторых особенностей месторождений мусковита Карелии, позволяющих усовершенствовать методику их разведки и сократить сроки ее проведения. Одной из таких особенностей является литологический контроль слюдоносности пегматитов при закономерной ориентировке промышленно-слюдоносных пегматитовых жил и четкой локализации их в пегматитоносных зонах, что позволяет рассматривать месторождения мусковита (или их отдельные участки) как специфические геологические блоки, характеризующиеся определенными литологическими и тектоническими признаками. Кроме того, блоки характеризуются изменчивостью средних пожильных содержаний, значительно меньшей, чем изменчивость содержаний в пределах отдельных жил, в том числе и изменчивость средних погоризонтных содержаний в них. Для каждого из таких блоков характерны морфологические и морфометрические особенности жильных тел.

По структурно-минералогическим признакам выделяются типы промышленно-слюдоносных жил, каждому из которых соответствует устойчивое (в пределах определенной изменчивости) среднее пожильное содержание. Устанавливается четкая корреляционная зависимость показателей размерности слюды от ее содержания.

Учет указанных особенностей мусковитовых месторождений позволяет предложить новый „зонно-блоковый“ метод их разведки, исключающий необходимость проходки горных выработок на глубоких горизонтах, что для ряда месторождений может иметь большое практическое значение.

Илл. – 15, табл. 20, библиогр. – 68 назв.

Редакционная коллегия:

В. А. СОКОЛОВ (председатель), Б. Я. АЛЕКСЕЕВ, Г. С. БИСКЭ, А. И. БОГАЧЕВ, М. А. ЕЛИСЕЕВ (секретарь), А. С. ПЕККИ, В. И. РОБОНЕН

Ответственный редактор

д-р геол.-минер. наук А. В. СКРОПЫШЕВ

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Месторождения слюдоносных пегматитов исследуются уже давно и особенно интенсивно с конца сороковых годов и по настоящее время. В первые же послевоенные годы были установлены новые, очень важные стороны генезиса пегматитов и особенно образования в них крупнокристаллического мусковита (В. Д. Никитин). Оказалось, что кристаллы его образуются в уже сформировавшихся пегматитовых телах в результате метасоматических процессов, под действием поднимающихся по трещиноватым зонам гидротермальных растворов. Это явилось теоретической основой для установления следующей закономерности: наличие мусковита в пегматите зависит от состава вмещающих и подстилающих пород, так как именно эти породы определяют состав метасоматирующих растворов.

В то же время было высказано предположение о том, что месторождения пегматитов Северной Карелии расположены в пределах древних тектонических зон трещиноватости, характеризующихся большей по сравнению с прилегающими площадями неоднородностью: более интенсивной складчатостью гнейсов, наличием небольших тел амфиболитов и т.д. В пределах этих зон пегматитовые тела обычно простираются в одном преобладающем направлении и залегают кулисообразно как по простиранию, так и по падению на значительную глубину. В последующее время это положение было подтверждено практикой геологоразведочных работ.

Важными в научном и практическом отношении являются результаты изучения геологического строения Северной Карелии, выполненные большим коллективом геологов под руководством Е. П. Чуйкиной. Детальное расчленение разреза метаморфических пород, слагающих этот район, позволило установить особенности их литологического состава, условия накопления первичноосадочных и вулканогенных пород и их метаморфизма. Эти материалы явились основанием для стратиграфического расчленения пород на определенные толщи, свиты и горизонты, характеризующиеся особыми условиями накопления и литологическим составом.

Изучение складчатых и разрывных структур на основании данных о стратиграфии и литологии дало возможность определить пространственное положение пород различного литологического состава и выделить площади, сложенные продуктивными (главным образом плагиоклазовыми гнейсами) и непродуктивными (микроклиновыми гнейсами) на слюду породами.

Многое сделано сейчас и по изучению внутреннего строения пегматитов, пространственного распределения в них текстурных и структурных разновидностей пород и слагающих их минералов.

В соответствии с поставленными задачами и по мере накопления геологических материалов развивалась и совершенствовалась методика и техника поисковых и разведочных работ. Однако в практике поисков и разведки слю-

доносных пегматитов не всегда своевременно были использованы выявленные геологические закономерности, что безусловно не способствовало увеличению эффективности геологоразведочных работ.

К настоящему времени главнейшие геологические закономерности по пространственному распределению слюдоносных пегматитов, по особенностям их морфологии и характеру распределения в них мусковита, а также основные положения методики поисков и разведки опубликованы в многочисленных печатных работах.

Книга Б. Я. Алексеева, Л. С. Головановой и А. И. Крохина представляет собой монографию, в которой глубоко осмысленны и систематически изложены все накопленные к настоящему времени главнейшие геологические основы совершенствования методики разведки слюдяных месторождений Карелии. Помимо обобщения огромного количества материалов других исследователей, авторы излагают очень важные собственные научные достижения. К ним относятся сведения об особенностях морфологии слюдоносных пегматитовых тел, о степени и характере ослюденения в пегматитовых жилах, о корреляционной зависимости различных показателей ослюденения от содержания забойного сырья и др.

Все эти важные геологические закономерности являются основанием для критического рассмотрения существующей методики разведки и для разработки нового, названного авторами „зонно-блоковым“ метода разведки и подсчета запасов месторождений мусковита.

Следует, однако, отметить, что не все выдвигаемые авторами положения являются вполне обоснованными. К ним относятся, например, приуроченность отдельных слюдоносных тел к перегибам складок вмещающих пород и некоторые другие вопросы.

Рассматривая работу в целом, можно утверждать, что она является монографией, в которой приведены новейшие научные достижения по геологии слюдяных месторождений, а разработанная и предлагаемая авторами методика разведки месторождений является оригинальной, более совершенной и поэтому полезной, так как творческое ее внедрение в практику геологоразведочных работ безусловно повысит их эффективность.

Можно надеяться, что основные выводы и положения настоящей книги будут использованы при разработке методики разведки месторождений других слюдоносных районов.

## ВВЕДЕНИЕ

Карельская слюда, составляющая значительную часть мусковита, добываемого в стране, занимает особое место в слюдяной промышленности СССР. Карельские месторождения характеризуются большим выходом высококачественной слюды, пригодной для изготовления конденсаторов, различных радиодеталей и других ответственных слюдяных изделий. На других месторождениях Советского Союза (Восточная Сибирь, Кольский полуостров) процент выхода такой слюды значительно меньше, и технологическую специализацию слюды этих районов определяют изделия из шипаной слюды - мусковита. Кроме того, карельские месторождения расположены в хорошо обжитых районах, находятся на расстоянии всего 10-30 км от железной дороги и связаны с ней автомобильными и водными путями, что благоприятно сказывается на себестоимости карельской слюды и обеспечивает высокую рентабельность слюдяных рудников Карелии, в то время как слюдодобывающие предприятия других районов СССР в ряде случаев являются убыточными.

Из сказанного следует, что состояние и перспективы расширения и упрощения сырьевой базы слюдодобывающей промышленности Карелии не являются второстепенными местными вопросами, а имеют важное государственное значение. Поэтому понятно и естественно то внимание со стороны государственных органов, которое привлекает к себе изучение геологии карельских месторождений слюды, с одной стороны, и методики их разведки - с другой. Эти вопросы приобретают особую актуальность в связи с дефицитностью разведанных запасов слюды на некоторых эксплуатирующихся месторождениях и в связи со снижением эффективности геологоразведочных работ на слюду в Карелии, наметившимся в последнее время.

Специфика карельских месторождений мусковита заключается еще и в том, что они с поверхности изучены весьма детально, а их приповерхностные горизонты разведаны и выработаны. Поэтому дальнейшие перспективы действующих 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 организаций. К ним относятся: Северо-Западное территориальное геологическое управление (О. П. Лунина, К. К. Судиславлев, В. П. Псарев, А. Н. Петров, Э. А. Петров, В. С. Трейнис, Б. С. Стеблов и др.), Иркутское геологическое 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, М. И. Голод, 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 чего является неизбежное снижение экономической эффективности и все более удлиняющиеся сроки проведения разведки по мере увеличения ее глубинности. К ним относятся следующие положения:

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

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

Указанные положения вошли в практику в то время, когда геологическое изучение слюдяных месторождений в нашей стране только начиналось, закономерности распространения слюдоносных пегматитов, особенности их внутреннего строения и распределения в них слюды были неясны, а разведочные данные и тем более данные отработки — недостаточны для статистических обобщений. Поэтому строгое следование этим принципам при проведении разведки было многие годы вполне правильной мерой, предотвратившей грубые ошибки при подсчете запасов слюды. Однако с тех пор прошло несколько десятилетий, в течение которых велись геологические, разведочные и эксплуатационные работы и различные тематические исследования. Накопился громадный фактический материал, позволивший установить для слюдяных месторождений некоторые геологические и статистические закономерности, ранее неизвестные. В свете имеющихся сейчас данных указанные выше принципиальные положения существующей методики разведки и подсчета запасов мусковита представляются устаревшими и неправильными, так как они не вытекают логически из ставших известными сейчас геологических особенностей месторождений слюды и закономерностей ее распределения в пегматитовых жилах.

В настоящей работе обобщены геологические материалы по основному слюдоносному району Карелии — Чупино-Лоухскому и по главнейшим его месторождениям. Их анализ привел авторов к признанию необходимости критически рассмотреть ряд положений существующей методики разведки мусковитовых месторождений и на примере Карелии рассмотреть геологические предпосылки ее совершенствования. Свою задачу авторы видят в том, чтобы внести и обосновать такие предложения по методике разведки и подсчета запасов мусковита, которые привели бы ее в соответствие с современным состоянием знания геологических особенностей слюдяных месторождений.

В качестве геологических основ совершенствования методики разведки слюдяных месторождений Карелии рассмотрена слюдоносность пегматитовых жил в зависимости от их ориентировки и литолого-петрографических особенностей вмещающих пород. Установлено, что промышленно-слюдоносными являются жилы только некоторых простираний при условии залегания их в глиноземистых гнейсах. Высказано представление о слюдяных месторождениях Карелии как о специфических геологических блоках, представляющих собой жильноносные блоки в пачках продуктивных пород (литолого-стратиграфических горизонтах), в которых жилы благоприятных простираний образуют пегматитоносные зоны. В последнее время появились данные, позволяющие предполагать, что эти блоки являются блоками пород, претерпевших в зонах долгоживущей тектонической активности диафорез в условиях эпидот-амфиболитовой фации. С прикладной точки зрения такие блоки рассматриваются как самостоятельные объекты разведки, подсчета запасов и проектирования слюдодобывающих предприятий или их реконструкции. Установлено, что изменчивость ослюдене-

ния в жилоносных геологических блоках значительно меньше изменчивости ослюденения в отдельно взятых пегматитовых жилах.

Изучена корреляционная зависимость между содержанием забойного сырья и другими показателями ослюденения пегматитовых жил. Значения средних пожильных содержаний слюды, изменчивость их и корреляционные зависимости между показателями ослюденения увязаны со структурно-минералогическими и текстурными особенностями пегматитовых жил промышленно-слюдоносных типов, описанных Л. Л. Гродницким в предложенной им классификации [21].

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

На основе рассмотренных геологических и геолого-статистических особенностей месторождений мусковита Карелии сформулированы основные положения разработанного авторами „зонно-блокового“ метода разведки и подсчета запасов слюдяных месторождений.

В работе использованы геологические данные, полученные непосредственно авторами при проведении ими в различное время геологических съемок, разведки или тематических исследований. Обобщение этих данных составляет основу предлагаемой читателям работы. Кроме того, в ней использованы и обобщены данные эксплуатации и геологические материалы Чупинского рудоуправления, фондовые материалы СЗТУ и опубликованная литература, из которой в первую очередь необходимо указать на работы П. П. Боровикова, Н. В. Горлова, Л. Л. Гродницкого, Д. Т. Мишарева, В. Д. Никитина, Г. Г. Родионова, Ю. Е. Рыцка, М. Е. Салье, А. В. Скропышева, В. С. Смирновой, В. И. Тернового и К. А. Шуркина.



## СУЩЕСТВУЮЩАЯ МЕТОДИКА РАЗВЕДКИ И ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ МУСКОВИТА

Изменения в методике разведки слюдяных месторождений Карелии, происшедшие за последние 20–25 лет, отразились на характере и объемах основных видов геологоразведочных работ, выполнявшихся в тот или иной период. При сравнительно равномерном увеличении, а в некоторые годы – неизменности 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 г. составил всего 15% от объема, выполненного в 1954 г. Колонковое бурение, наоборот, с каждым годом занимало все большее место в комплексе геологоразведочных работ, и его объем за 1954–1967 гг. вырос в 23 раза. Объемы выполненных подземных горных работ за 1954–1962 гг. выросли в 4 раза, но затем с 1963 по 1967 г. уменьшились вдвое.

Такая картина объясняется тем, что к 1954 г. 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 глубины 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 ослюденения на глубине в жилах, бесплюдных 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 с определением содержания слюды и других показателей ослюденения. 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.

При рассмотрении данных об эффективности геологоразведочных работ на слюду в Карелии обращают на себя внимание четыре периода, характеризующихся различными ее уровнями и тенденциями к снижению или росту. Первый период охватывает 1947–1951 гг. и характеризуется высокой эффективностью работ, которая была выше эффективности работ 1954 г. примерно в 2–3 раза. Высокая эффективность работ этого периода была обусловлена тем, что поиски и разведка проводились на месторождениях, слабо, а на отдельных участках совершенно не разведанных с поверхности, при наличии большого количества известных, но не разведанных слюдоносных жил и сравнительно легкой их обнаружения при поисках канавами и при проспекторском искаживании местности. Этот период характеризуется вначале широким охватом разведкой с поверхности большого количества месторождений, а затем сосредоточением поисково-разведочных работ на более перспективных из них.

1952–1953 гг. были периодом резкого падения эффективности геологоразведочных работ на слюду, вызванного тем, что возможности разведки с поверхности перспективных месторождений оказались к этому времени почти исчерпанными и заключались лишь в освоении труднодоступных заболоченных участков с обводненными и мощными наносами. Недостаточно же разведанные месторождения, ставшие объектами разведки этих лет (например, Ригач-озеро, Княж-озеро, Евгений-озеро и др.), были малоперспективны и при тех же затратах давали ничтожный прирост запасов. Эффективность этого периода снизилась более чем в 10 раз по сравнению с периодом 1947–1951 гг.

Это обстоятельство поставило геологическую службу перед альтернативой: или прекратить геологоразведочные работы на слюду и этим обречь на ликвидацию слюдодобывающую промышленность Карельской АССР, или искать новые пути для развития и повышения эффективности этих работ. Такие пути были найдены в результате проведения специализированной геологической съемки, начатой в 1951 г. Тогда впервые для Беломорского метаморфического комплекса была успешно осуществлена попытка его литолого-стратиграфического расчленения и выделения в его составе горизонтов и толщ, продуктивных на слюдоносные пегматиты. Проведенная Е. П. Чуйкиной, Б. Я. Алексеевым и другими исследователями на основах литолого-стратиграфического расчленения метаморфических пород архея геологическая съемка и составленные на ее материалах геологические карты доказали приуроченность месторождений мусковита Чупинско-Лоухского слюдоносного района к выделенной и на значительной части его территории закартированной продуктивной чупинской свите [16, 68]. Этим, исходя из строения разреза района, была доказана возможность предполагать и на глубине наличие продуктивных свит и горизонтов и, следовательно, перспективных для глубинной разведки месторождений и пегматитовых жил.

К этому же времени В. А. Шустовым была установлена вертикальная зональность ослюденения внутри пегматитовых жил. Это позволило поставить под сомнение отрицательную оценку некоторых жил, ранее разведанных только с поверхности, поскольку такие жилы залегают в породах продуктивной свиты и могут быть слюдоносными на более глубоких, чем разведанный, горизонтах.

Таким образом, были получены геологические данные, послужившие обоснованием для того, чтобы начиная с 1954 г. дальнейшее развитие геологоразведочных работ на слюду в Карелии пошло, с одной стороны, по линии глубинной разведки пегматитовых жил – в первую очередь разведки на глубине жил, бесслюдных (непромышленных) с поверхности, но залегающих в породах продуктивных свит и горизонтов, а с другой – по линии продолжения геологического картирования в масштабах 1 : 50 000, 1 : 10 000, 1 : 2 000 с задачей

прослеживания чупинской свиты и более детального ее расчленения, т.е. выделения и оконтуривания в ее границах продуктивных и непродуктивных горизонтов.

Период 1954–1962 гг. характеризуется как период закономерного роста эффективности разведки карельских месторождений мусковита. Уже в 1954 г. она возросла по сравнению с эффективностью 1952–1953 гг. в 5 раз, а в 1962 г. была выше, чем в 1954 г., – в 4 раза.

Этот рост эффективности прежде всего был обусловлен все более четко устанавливаемыми в результате детальных геологических съемок общими и частными поисковыми критериями, а в связи с этим и возможностью все большей концентрации геологоразведочных работ на участках месторождений, обладающих наибольшей суммой положительных признаков и исключением из сферы этих работ площадей, характеризующихся отрицательными поисковыми признаками. Решающее значение в практике поисково-разведочных работ приобрели литологический и тектонический признаки. Первый заключается в высокой глиноземистости некоторых литолого-стратиграфических горизонтов продуктивной чупинской свиты и в отсутствии в них микроклина. Этот признак, впервые указанный Г. Н. Бунтиным [14] и В. Д. Никитиным [40–42], получил возможность практического использования после детальных геологосъемочных работ, проводившихся под руководством Е. П. Чуйкиной. Вторым признаком, заключающийся в том, что пегматитовые месторождения Северной Карелии представляют собой древние тектонические зоны (зоны разлома), был указан А. В. Скропышевым [62–64], а затем развит и дополнен В. Д. Никитиным [41, 42] и Ю. Е. Рышком [57, 58, 60]. Дальнейшее развитие использование этого признака получило при проведении поисковых и разведочных работ на ряде месторождений мусковита. Из опыта разведки было установлено [4], что наиболее ценные в промышленном отношении пегматитовые жилы имеют не любое из наблюдаемых на том или ином месторождении простираний, а лишь вполне определенные, благоприятные для данного месторождения. Перспективным почти для всех месторождений района оказалось субмеридиональное простирание пегматитовых жил. Некоторые из других простираний оказались благоприятными лишь для того или другого месторождения.

Использование тектонического признака при проведении геологоразведочных работ на слюду в Карелии существенно сказалось на повышении их эффективности в рассматриваемый период (1954–1962 гг.).

Рост эффективности геологоразведочных работ в этот период был также обусловлен решительным переходом начиная с 1954 г. от разведки месторождений слюды с поверхности к их глубинной разведке, заключавшейся (при обязательном учете геологических данных) в исследовании на глубине жил, бесплодных у поверхности, а также в поисках и разведке слепых, т.е. не вскрытых эрозией, слюдоносных жил.

Однако в условиях ограниченности перспективных площадей, хорошей их геологической изученности и исчерпывающей разведанности с поверхности главных месторождений района эффективность геологоразведочных работ не могла расти беспредельно. Фактические данные за 1963–1967 гг. говорят о том, что эффективность, достигшая в 1962 г. 400%, в 1963 и 1965 гг. снизилась до 300%, а в 1967 г. – до 235% относительно уровня 1954 г. Это объясняется тем, что эффективность геологоразведочных работ повышалась по мере накопления знаний особенностей геологического строения разведываемых месторождений (и в связи с этим с сосредоточением этих работ на наиболее перспективных направлениях), а также по мере совершенствования методики глубинной разведки. Но рост эффективности происходил лишь до тех пор, пока направление геологоразведочных работ не определилось как оптимальное, а глубина разведки была сравнительно небольшой. Когда же направление работ достигло возможного оптимума, а глубина их все возрастала, тогда неизбежно стала снижаться достигнутая эффективность, что и отражено в приведенных цифрах.

Так как в дальнейшем разведка проводилась на все более и более глубоких горизонтах, то это явственно сказалось в закономерном снижении ее экономической эффективности в последующие годы.

Тенденция к снижению эффективности геологоразведочных работ на слюду в Карелии приняла настолько закономерный характер, что не может не учитываться в государственном плане и, таким образом, принимая во внимание специфические особенности района, о которых говорилось выше, признается обоснованной и неизбежной. Задания по приросту запасов мусковита выполняются с большим напряжением, главным образом из-за систематического снижения объемов подземных горных выработок в Чупинском районе. Но, как было показано выше, снижение объемов этих работ вызвано отнюдь не отсутствием фронта для них, и такая причина нигде не приводится в оправдание этого снижения. Оно вызвано возросшими в связи с большими глубинами разведки техническими трудностями при проходке стволов шахт. Необходимость же проходки стволов с последующим проведением из них подземных выработок по разведываемым жилам является неизбежным следствием принципиальных положений существующей методики разведки слюдяных месторождений и подсчета запасов мусковита категории  $C_1$ , являющейся основной промышленной категорией запасов этого полезного ископаемого.

Таким образом, в конкретных условиях эксплуатирующихся слюдяных месторождений Карелии вопрос эффективности геологоразведочных работ и ее дальнейшей тенденции является вопросом методики этих работ, включая и методику подсчета запасов категорий  $C_1$  и  $C_2$ . Проведение в дальнейшем разведки глубоких горизонтов месторождений мусковита в соответствии с принципами существующей методики, как было показано выше, ведет к снижению эффективности геологоразведочных работ на слюду, что нашло свое отражение и в плановых цифрах.

Это обстоятельство не может не вызвать стремления критически рассмотреть основные принципы существующей методики разведки слюдяных месторождений (а также подсчета запасов мусковита) и выяснить, насколько эти принципы соответствуют современному состоянию наших знаний геологических особенностей карельских месторождений. Иными словами, следует выяснить, насколько правомерно и целесообразно для разведки глубоких горизонтов этих месторождений применять и в дальнейшем ту же методику, которая применяется в настоящее время. При этом нужно иметь в виду, что ее основные принципы были определены уже много лет назад, когда преобладала разведка пегматитовых жил с поверхности, т.е. когда разведка месторождений слюды по существу только еще начиналась, а геологические закономерности, характерные для этих месторождений, еще не были изучены.

Это не значит, конечно, что методика разведки месторождений слюды не претерпела никаких изменений за более чем 30-летний период своего существования. Безусловно, она постепенно совершенствовалась и видоизменялась. Но эти изменения касались главным образом техники получения разведочных данных и не затрагивали двух принципиальных положений методики, о которых упоминалось выше:

1) допущения достоверности данных валового опробования какого-либо одного горизонта слюдоносной жилы для оценки среднего истинного содержания слюды по жильному телу в целом;

2) отрицания возможности распространять данные об ослюденении, полученные при разведке одних жил, на другие жилы, т.е. ограничения контурами разведываемой жилы, возможности использовать принцип аналогии.

В процессе своей эволюции методика разведки слюдяных месторождений Карелии претерпела изменения, которые в исторической последовательности привели к разработке следующих вариантов, применяющихся или применявшихся в практике геологоразведочных работ на слюду в Карелии.

1. Разведка вскрытых эрозией пегматитовых жил только с поверхности.

а) Контуры жилы определяются только на поверхности посредством вскрытия жилы канавами, траншеями, расчистками и мелкими шурфами.

б) Пространственные контуры жилы не устанавливаются. Объем жильной массы рассчитывается распространением данных о длине жилы и ее средней мощности на ту или другую гипотетическую глубину, в большинстве случаев равную 1/4 длины жилы на поверхности.

в) Среднее содержание слюды определяется по валовым пробам, взятым из опробовательских канав, пройденных в приповерхностном, приблизительно метровом, слое пегматита.

г) Запасы категорий  $C_1$  и  $C_2$  подсчитываются распространением среднего содержания слюды в приповерхностном слое пегматита на гипотетический объем жильной массы, высчитанный, как указано в п. „б“.

К категории  $C_1$  запасы относятся при равномерном и достаточно густом расположении опробовательских канав (обычно через 15–20 м), к категории  $C_2$  – при недостаточной густоте опробовательских канав или даже при единичных опробованных сечениях. Кроме того, запасы категории  $C_2$  могут быть подсчитаны в гипотетическом блоке, примыкающем снизу к блоку с запасами категории  $C_1$  и равновеликом ему по объему жильной массы. В этом случае для него принимается такое же среднее содержание слюды, как и для блока с запасами категор.  $C_1$ .

2. Разведка вскрытых эрозией пегматитовых жил с поверхности и буровыми скважинами.

а) На поверхности эрозии контуры жилы определяются так же, как и в первом случае.

б) Пространственные контуры жилы определяются на основании данных буровых скважин, число которых варьирует в широких пределах, но обычно не превышает 8–10.

Объем жильной массы рассчитывается с учетом данных положительных (подсекших слюдоносный пегматит) буровых скважин в контуре, проведенном по крайним из них. В некоторых случаях, при частичном оконтуривании жилы на глубине буровыми скважинами, объем жильной массы рассчитывается в контурах, частью установленных бурением, а частью – гипотетических, но с учетом установленной скважинами глубины залегания жильного тела.

в) Среднее содержание слюды определяется так же, как и в первом случае, по валовым пробам, взятым из приповерхностного слоя пегматита. В тех случаях, когда опробованием керна пегматита устанавливается уменьшение содержания слюды на разбуренном горизонте, принимается содержание, среднее между содержанием у поверхности и на этом горизонте.

г) Запасы категории  $C_1$  подсчитываются распространением среднего содержания слюды на объем жильной массы, рассчитанный, как указано выше, или на часть этого объема.

Последнее производится в тех случаях, когда глубина залегания жилы превышает установленную на поверхности длину ее или оказывается больше 100 м. По той части жилы, которая находится на больших, чем эти, глубинах, запасы относятся к категории  $C_2$ .

К категории  $C_2$  относятся также запасы слюды в контурах, установленных скважинами или частично установленных ими, в тех случаях, когда содержание слюды в приповерхностном слое определено по недостаточному числу опробованных сечений.

В последнее время при подсчете запасов категории  $C_2$  принимаются во внимание данные буровых работ, не только относящиеся к мощности жильного тела, но и характеризующие ослюдование его на глубине. В этом случае содержание слюды, определенное по керну пегматита способом, предложенным О. П. Луниной [30–32], учитывается при расчете среднего содержания в подсчетном блоке. При подсчете же запасов категории  $C_1$  содержания слю-

ды, установленные по керну, в расчет среднего входят лишь тогда, когда они меньше, чем у поверхности.

3. Разведка вскрытых эрозией бесслюдных (непромышленных) в приповерхностном слое пегматитовых жил буровыми скважинами и подземными горными выработками.

а) В ряде случаев оконтуривание и опробование некоторых жил с поверхности дает отрицательные результаты – слюда промышленных размеров в приповерхностном слое пегматита отсутствует или же ее содержание не достигает промышленного минимума. В то же время геологическая обстановка для положительного прогноза слюдоносности по таким жилам, как это было показано Б. Я. Алексеевым [1, 2], является благоприятной.

б) В таких случаях буровыми скважинами производится разбуривание жилы в одном-двух поперечных сечениях с целью выяснить, имеется ли в ней скрытое („слепое“) промышленное ослюденение и на какой глубине оно находится. При положительных результатах этих так называемых ревизионных скважин дополнительными скважинами, как и обычно, определяются пространственные контуры жилы.

в) Валовое опробование с целью определения среднего содержания слюды на горизонте промышленного ослюденения производится в подземных выработках (ортах и квершлагах – при мощности жилы более 1,5 м, штреках – при меньшей мощности, т.е. когда жила по мощности не выходит за пределы штрека). Подземные выработки проходятся из ствола разведочной шахты (шурфа), глубина которой определяется по результатам ревизионных буровых скважин и обычно соответствует глубине оптимального ослюденения или наименьшей глубине, на которой скважинами было установлено промышленное ослюденение. Как правило, глубина таких шахт невелика и каждая из них проходит специально для разведки только одной жилы.

Таким образом, среднее содержание слюды определяется по валовым пробам, взятым на каком-либо одном горизонте жилы, или с учетом содержаний по керну скважин, если эти содержания ниже, чем на горизонте подземных выработок.

г) Подсчет запасов категории  $C_1$  производится в контурах блока, снизу ограниченного крайними точками подсечений скважинами слюдоносного пегматита, по простиранию жилы – крайними подземными выработками, установившими промышленное ослюденение, и сверху – обычно линией, проходящей посередине между горизонтом подземных выработок и эрозионной поверхностью. На объем жильной массы такого блока распространяется среднее содержание, установленное на горизонте подземных выработок или с учетом более низких содержаний по скважинам.

4. Разведка „слепых“, не вскрытых эрозией пегматитовых жил буровыми скважинами и подземными горными выработками.

а) Такие жилы выявляются буровыми скважинами, которые или специально проходятся с целью поисков, или случайно встречают новую, „слепую“ жилу при буровой разведке другой, вблизи расположенной жилы.

б) Пространственные контуры жильного тела устанавливаются буровыми скважинами, которые бурятся по профилям (поперечным сечениям), отстоящим друг от друга на расстояниях от 20 до 80 м, в зависимости от морфологических особенностей и размеров жил, характерных для того или иного месторождения. Густота расположения скважин на профиле определяется исходя из необходимости подсечений жилы по падению с интервалами от 10 до 60 м также в зависимости от размеров жил, типичных для месторождения.

в) Среднее содержание слюды определяется по валовым пробам, отбираемым на горизонте подземных выработок, пройденных из ствола разведочной шахты, глубина которой определяется исходя из результатов буровой разведки жилы. Каждая такая шахта проходит обычно для разведки одной

жилы. Глубина подземных выработок достигает, как правило, 40–60, в отдельных случаях даже 80–100 м.

г) Объем жильной массы при подсчете запасов рассчитывается с учетом данных всех положительных буровых скважин и подземных горных выработок. Контур подсчетного блока проводится по крайним подсечениям скважинами слюдоносного пегматита и по крайним положительным пробам (сечениям) в подземных горных выработках.

Запасы категории  $C_1$  подсчитываются распространением на весь объем жильной массы среднего содержания слюды, полученного по валовым пробам, взятым на горизонте подземных выработок. Содержания слюды в пегматите керна скважин при подсчете запасов категории  $C_1$  в расчет среднего содержания не входят только в тех случаях, когда они ниже, чем содержания в валовых пробах на горизонте подземных выработок.

Запасы категории  $C_2$  подсчитываются в тех случаях, когда подземные выработки по жиле не пройдены или пройдены частично, а опробование их проведено лишь по отдельным сечениям. В этих случаях запасы категории  $C_2$  подсчитываются исходя из среднего содержания слюды как по всем керновым пробам, так и по тем валовым пробам, которые были взяты в подземных выработках.

5. Разведка глубокозалегающих „слепых“ пегматитовых жил буровыми скважинами и подземными выработками, проходимыми из одного общего для группы жил, жильной зоны или шахтного поля ствола шахты.

Отличием этого случая от предыдущего является то, что в связи с большой глубиной залегания разведываемых жил, превышающей 80–100 м, разведка каждой из них осуществляется подземными выработками из одного общего ствола шахты, в то время как в предыдущем варианте шахтный ствол каждый раз проходится специально для разведки какой-либо одной жилы.

В тех случаях, когда имеется несколько жил, подлежащих разведке и расположенных сравнительно близко одна от другой, расчетом необходимых затрат времени и средств определяется, что выгоднее: пройти ли несколько стволов шахт, каждая из которых будет находиться в непосредственной близости от соответствующей жилы, или ограничиться одним шахтным стволом. В первом случае будет сведена к минимуму проходка квершлагов и полевых штреков, но зато потребуются в больших объемах проходка вертикальных выработок, во втором, наоборот, до минимума будет доведена проходка вертикальных выработок, но зато в увеличенных объемах потребуются проходка горизонтальных выработок для выхода на разведываемые жилы. С увеличением глубины разведки в практике все чаще встречается последний вариант.

Единственным отличием этого варианта от предыдущего является только объем и характер вспомогательных выработок – шахтных стволов и откаточных квершлагов и штреков. В остальном же с точки зрения методики самой разведки жил он ничем не отличается от предыдущего варианта. Так же буровыми скважинами определяются пространственные контуры каждой жилы и объем жильной массы в ней и так же по каждой жиле в отдельности производится на том или другом горизонте валовое опробование в подземных выработках. При этом опробование всех жил может производиться как на одном гипсометрическом горизонте, так и на различных, в зависимости от глубины залегания жильных тел и данных бурения о глубине их ослюденения. По каждой жиле в отдельности на каком-либо горизонте определяется по валовым пробам среднее содержание, которое распространяется на объем жильной массы соответствующей жилы, и подсчет запасов слюды, таким образом, производится также раздельно по каждой жиле.

Описанные 5 вариантов являются наиболее распространенными, типичными вариантами существующей методики разведки слюдяных месторождений Карелии. В приведенном описании опущены некоторые второстепенные моменты. По нашему мнению, они увеличили, но не сделали бы это описание более содержательным с точки зрения сущности самой методики.

Представляется важным обратить внимание на то обстоятельство, что различия между вариантами существующей методики разведки слюдяных месторождений Карелии и подсчета запасов слюды по ним являются в большей мере следствием различия трудностей, которые необходимо преодолеть, прежде чем будет получена возможность произвести валовое опробование разведываемых жил, нежели следствием различия геологических особенностей разведываемых месторождений или различия в степени изученности их, т.е. различия в достоверности наших знаний этих особенностей. В самом деле, к чему сводятся эти различия? Если жила эродирована, то для взятия проб нужно пройти канавы; если жила слепая, но залегает не очень глубоко, то для того, чтобы можно было ее опробовать, нужно пройти ствол шахты, небольшой квершлаг, штрек по жиле и орты; если несколько жил залегают глубоко, а расположены в пределах одного шахтного поля, то для получения возможности опробования каждой из них необходимо пройти один общий ствол шахты, несколько квершлагов или полевых штреков, штреки и орты по жилам. Эти варианты отличаются между собой только большей или меньшей сложностью способов достижения жилы для ее валового опробования. В этом и заключаются различия методических вариантов разведки, обусловленные, если следовать логике, только различием глубин залегания и пространственного положения разведываемых пегматитовых жил, но не геологическими особенностями месторождений.

Результаты изучения керна пегматита используются для оценки слюдоносности разведываемой жилы далеко не полностью. По существу учитывается только содержание по керновым пробам, если оно оказывается меньше содержаний в валовых пробах.

Необходимо рассмотреть также и те принципиальные положения, которые являются общими и обязательными для всех вариантов существующей методики разведки слюдяных месторождений и подсчета запасов мусковита независимо от вариантов ее технического осуществления. Это нужно сделать для того, чтобы выяснить, не противоречат ли они современному состоянию наших знаний геологических особенностей эксплуатирующихся месторождений (наиболее хорошо изученных и представляющих наибольший интерес) и закономерностям распределения мусковита как внутри пегматитовых жил, так и в тех геологических блоках, в качестве которых автором предлагается рассматривать жильные зоны в пределах определенной, литологически благоприятной части геологического разреза того или другого месторождения.

В этой связи обращают на себя внимание следующие принципиальные положения существующей методики:

1) при предварительной разведке среднее содержание мусковита, размерность и качество его определяются по валовым пробам, взятым на каком-либо одном горизонте разведываемой жилы, а при подсчете запасов категории  $C_1$  и  $C_2$  делается допущение, что это содержание, а также размерность и качество слюды являются средними для всего жильного тела;

2) все разведочные данные должны быть получены раздельно по каждому разведываемому жильному телу, а при подсчете запасов категории  $C_1$  и даже категории  $C_2$  данные о содержании, размерности и качестве мусковита, полученные при разведке какой-либо жилы, не могут быть распространены на другие жильные тела, даже если тем или иным способом будет доказана однотипность их внутреннего строения и идентичность окружающей геологической обстановки.

Следствием применения существующей методики разведки и подсчета запасов явилось то, что в Карелии ни одно из эксплуатирующихся месторождений мусковита не разведано до конца; ни по одному из месторождений не установлены его пространственные контуры; запасы мусковита не определены даже по категории  $C_2$ , а прогнозные запасы определялись несколько раз и каждый раз в новых цифрах.



Следует учесть, что положения существующей методики возникли в тот период, когда разведка слюдяных месторождений только еще начиналась, а знание их геологических особенностей было основано на сравнительно небольшом числе изученных фактов. Геологические данные того времени, во-первых, относились только к жилам, вскрытым эрозией, а во-вторых, были получены при разведке жил только с поверхности или при их отработке открытым способом, т.е. при отработке поверхностных горизонтов. Таким образом, закономерности ослюденения пегматитовых жил тогда не могли быть изучены полностью в трех измерениях, а факты, наблюдаемые в одной плоскости, но относящиеся к жилам, вскрытым эрозией на различных уровнях их вертикальных разрезов, свидетельствовали скорее об отсутствии закономерностей ослюденения, чем о наличии их, или, во всяком случае, говорили о чрезвычайной неодинаковости его в разных жилах, т.е. о резко выраженной геолого-промышленной индивидуальности каждой из них. Та картина, которая на самом деле отражала изменчивость ослюденения, существующую внутри каждой жилы, принималась за различную степень слюдоносности жил в целом.

Пегматитовые жилы, вскрытые эрозией на средних уровнях их вертикальных разрезов, при разведке давали хорошие результаты, которые при отработке подтверждались далеко не всегда, так как с глубиной содержание слюды в таких жилах уменьшается (вследствие вертикальной зональности ослюденения). Разведка жил, вскрытых эрозией в их корневых или апикальных частях, давала отрицательные результаты, так как эти части жил в общем характеризуются низкими содержаниями слюды или отсутствием ее. Естественно, что такие жилы не обрабатывались. В отношении жил, вскрытых эрозией в прикорневых частях, это было правильно, так как отработка таких жил всегда подтвердила бы отрицательные данные разведки и не могла бы дать фактов наличия слюды на глубине при отсутствии ее у поверхности. Но жилы, вскрытые эрозией в апикальных частях, также не обрабатывались. Поэтому долгое время не было известно фактов промышленного ослюденения на глубине тех жил, которые на поверхности являются бесслюдными или непромышленными по ослюденению. Но зато было известно большое число других случаев, когда жилы, богатые слюдой на поверхности, оказывались бесслюдными на глубине 15–25 м. Большое число устанавливаемых при отработке жил фактов уменьшения содержания слюды с глубиной до полного исчезновения ее на глубине и отсутствие данных, свидетельствующих о существовании в природе и обратной картины, давали основание весьма осторожно пользоваться при разведке и подсчете запасов правилом аналогии. Это нашло свое отражение в том, что глубина подсчета запасов ограничивалась формально установленными пределами даже в тех случаях, когда буровые скважины говорили о наличии на больших глубинах благоприятных структурно-минералогических, текстурных и прямых признаков богатого ослюденения. Это выразилось также и в том, что данные об ослюденении, полученные при разведке одних жил, не могли быть при подсчете запасов (за исключением прогнозных) распространены на другие жилы, даже при однотипности первых и вторых.

Таким образом, возникновение и строгое соблюдение двух приведенных выше принципиальных положений существующей до настоящего времени методики разведки и подсчета запасов мусковита было оправдано рядом обстоятельств. В частности, эти положения находили себе оправдание в том, что средняя подтверждаемость при отработке разведанных запасов, т.е. подтверждаемость суммарных запасов, разведанных на том или другом месторождении за ряд лет, была удовлетворительной. Однако за длительный период разведки, отработки и геологического изучения слюдяных месторождений Карелии накопилось много фактов, противоречащих этим положениям и говорящих о необходимости их пересмотра.

Эти факты появились в результате разведки и изучения пегматитовых жил (в том числе и слепых) на различных их горизонтах (от апикальных до корневых), а также в результате полной отработки ряда жил. Поэтому они дали возможность судить об изменчивости ослюденения внутри жильных тел не только в горизонтальных направлениях, но и по вертикали, и дают возможность сопоставлять между собой ослюденение различных жил как геологических тел в целом, во всех трех измерениях, а не по случайным горизонтальным сечениям их. Кроме того, в результате детальных геологосъемочных и поисковых работ, систематически проводившихся на всех главнейших месторождениях Карелии, были выявлены, во-первых, общие закономерности локализации пегматитовых жил, а во-вторых, особенности геологического строения, контролирующие их ослюденность. Все это имеет первостепенное значение для разработки методики разведки и подсчета запасов мусковита глубоких горизонтов месторождений.

Для решения принципиальных вопросов методики разведки имеют значение также и особенности распределения слюды в жилах, изменчивость ее содержаний внутри жил и изменчивость жильных содержаний в пределах одной жильной зоны. Для оценки запасов важными являются статистические (корреляционные) зависимости между различными показателями ослюденения.

Изучение изменчивости содержания слюды внутри жильных тел показало, что средние содержания, определенные для каждого разведочного сечения на каком-либо горизонте, меняются от долей до нескольких сотен килограммов забойного сырья на кубометр жильной массы. В таких же пределах имеют место колебания содержаний по секционным пробам, взятым в одной выработке, пройденной вкрест простирания жилы от одного ее контакта до другого.

Однако, несмотря на сильную изменчивость содержаний по простиранию жилы и вкрест ее, сравнительно большое число проб, берущихся на разведываемом горизонте, позволяет объективно определять содержание слюды, среднее для данного горизонта. Но допущение современной методикой разведки и подсчета запасов (категории  $C_1$ ), того, что это содержание (а также размерность) слюды принимается в качестве среднего для всего жильного тела, противоречит данным, полученным при полной отработке жил или при разведке их на нескольких горизонтах. Эти данные говорят о сильной изменчивости содержания слюды от горизонта к горизонту, т.е. по падению жилы. Так, например, по жиле 4а одного из месторождений Северной Карелии содержание по разведочным сечениям на горизонте +50 колебалось от 23 до 87 кг/м<sup>3</sup>, составляя в среднем 46 кг/м<sup>3</sup>. На горизонте же +35 оно менялось от 123 до 249 кг/м<sup>3</sup>, составляя в среднем 186 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, среднее содержание по одному горизонту более чем в 4 раза отличается от среднего содержания по другому горизонту. По жиле 154 того же месторождения содержание по разведочным сечениям на горизонте +15 колебалось от 5 до 35 кг/м<sup>3</sup>, а в среднем составляло 18 кг/м<sup>3</sup>. На горизонте -25 оно менялось от 25 до 286 кг/м<sup>3</sup>, составляя в среднем 157 кг/м<sup>3</sup>. По этой жиле среднее содержание на одном горизонте почти в 9 раз отличается от среднего содержания слюды на другом горизонте.

Такая же картина наблюдается на жилах 32, 27, 164 и 15 месторождения Тэдино, 87, 1-39, 3-39, 17-56 и 7 рудника Карельского, 12, 92, 17, 51, 33 и 34 других месторождений. Оработка этих жил дала 34% всей слюды, добытой в Карелии за все время эксплуатации слюдяных месторождений. Они, таким образом, не являются случайными исключениями, а с достаточной представительностью характеризуют общую закономерность, заключающуюся в том, что внутри пегматитовых жил существует резко выраженная изменчивость ослюденения в вертикальном направлении.

Совершенно очевидно, что одно из основных принципиальных положений, укоренившееся в существующей методике разведки и подсчета запасов слюды (распространение среднего содержания, установленного на одном горизонте

жилы, на весь объем жильной массы или учет только низких содержаний, определенных по керновым пробам), находится в явном противоречии с этой закономерностью.

Вследствие изменчивости ослюденения по вертикали различные горизонты одной и той же жилы характеризуются различными средними содержаниями и размерностью слюды. Поэтому, сравнивая ослюденение одной жилы с ослюденением другой, нельзя это сравнение производить по данным, относящимся к какому-то горизонту первой жилы и к какому-то горизонту второй жилы. Эти данные будут характеризовать ослюденение только соответствующих горизонтов первой и второй жил, но не жильных тел в целом. Такое сравнение можно производить или будучи убежденным, что сравниваемые горизонты обеих жил сопоставимы между собой, или же сопоставляя целиком одну и другую жилы.

Т а б л и ц а 1

Номер жилы	Истинное содержание (данные отработки)	Среднее погоризонтное содержание (данные разведки)	
		по относительно бедному горизонту	по относительно богатому горизонту
127	6	0	13
125	16	0	4
124	26	47	81
255	36	27	114
215	44	0	62
174	50	30	70
127а	58	46	186
277	88	18	157
275	120	24	148
Среднее арифметическое	49	21	93
Минимальное	6		0
Максимальное	120		186

Данные эксплуатации полностью отработанных жил одного из месторождений Карелии позволили произвести такое сопоставление. При этом выяснилось, что ослюденение этих жил, образующих одну жильную зону, имеющих одинаковые (с незначительными отклонениями) элементы залегания и залегающих в породах, относящихся к одной и той же части литолого-стратиграфического разреза, в целом характеризуется меньшей изменчивостью, чем ослюденение внутри каждой из них. Это иллюстрируется табл. 1 и 2. В них введен термин „истинное содержание“, под которым понимается содержание слюды, полученное на всю добытую жильную массу при полной отработке соответствующей жилы. Исходя из терминологии вариационной статистики, истинное содержание по какой-либо жиле следует понимать как среднюю арифметическую генеральной совокупности содержаний слюды в этой жиле. Среднее значение истинного содержания по приведенным в таблице жилам (по жильной зоне) по терминологии вариационной статистики является средним арифметическим выборочной совокупности истинных содержаний.

Коэффициент изменчивости истинного содержания (коэффициент вариации) в пределах жильной зоны, как видно из табл. 2, равняется 73.5%. Среднее же значение коэффициента вариации среднего погоризонтного содержания слюды внутри жил равно 144.8% при колебаниях его от 56 до 227%. Средняя абсолютная квадратическая погрешность определения среднего истинного содержания по жильной зоне равна 12 кг/м<sup>3</sup>.

В табл. 1 приведены фактические данные эксплуатации и разведки об истинных и средних погоризонтных содержаниях слюды (в кг/м<sup>3</sup>) в отработанных жилах одной из жильных зон северокарельских месторождений.

Табл. 2 содержит элементарный статистический анализ данных, приведенных в табл. 1. Вычисление коэффициентов изменчивости (коэффициентов вариации) произведено с учетом средних квадратических отклонений по общеизвестной формуле.

Таблица 2

Номер жилы	Отклонение истинного содержания по жиле от среднего истинного содержания по жильной зоне, кг/м <sup>3</sup>	Отклонение среднего погоризонтного содержания от истинного содержания по жиле, кг/м <sup>3</sup>		Коэффициент изменчивости среднего погоризонтного содержания внутри жилы, %
		по относительно бедному горизонту	по относительно богатому горизонту	
127	-43	-6	+7	150
125	-33	-16	-12	125
124	-23	+21	+55	227
255	-13	-9	+78	219
215	-5	-44	+18	101
174	+1	-20	+20	56
127а	+9	-12	+128	222
277	+39	-70	+79	120
275	+71	-96	+28	83
Коэффициент изменчивости, %	73.5	-	-	144.8

Приведенные данные не только подтверждают сделанный выше вывод о неравномерности распространения на всю жилу данных валового опробования, проведенного на одном горизонте. Они говорят о том, что имеются определенные основания для предложения методики разведки и подсчета запасов мусковита глубоких горизонтов эксплуатирующихся месторождений, базирующейся на других принципах. Несомненно, что эти принципы должны быть основаны на современных данных о геологическом строении района и разведываемых месторождений, логически следовать из результатов проведенных поисково-разведочных и эксплуатационных работ и не противоречить тем количественно выраженным статистическим закономерностям, которые наметились на проанализированном материале. Это излагается в последующих главах работы.

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧУПИНСКО-ЛОУХСКОГО СЛЮДОНОСНОГО РАЙОНА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МУСКОВИТОВЫХ ПЕГМАТИТОВ

Чупинско-Лоухский слюдоносный район составляет часть Беломорского пегматитового пояса, характеризующегося широким, регионально проявленным распространением пегматитовых жил. Географически он занимает территорию, с востока ограниченную западным берегом Белого моря, с севера - широтой южного берега Ковдозера, с запада - линией, проходящей от южного конца Ковдозера к восточному берегу Топозера, и с юга - широтой Энгозера (рис.1).

В геологическом отношении этот участок западного Беломорья представляет собой территорию, сложенную гнейсами, мигматитами и магматическими породами беломорского комплекса, залегающими полосой, протянувшейся вдоль Белого моря в северо-западном направлении. Ширина полосы пород беломорского комплекса в пределах Чупинско-Лоухского слюдоносного района составляет 40-70 км.

Пегматиты, обильно распространенные в районе, делятся по своей промышленной специализации на мусковитовые, мусковито-керамические, или комплексные, и керамические. Наибольшее промышленное значение имеют мусковитовые пегматиты, что и определило характеристику Чупинско-Лоухского района как слюдоносного.

Наиболее крупными месторождениями мусковита являются: Тэдино, Машиновая варака, группа месторождений в районе рудника Карельского, месторождения, расположенные на северном побережье Лоухского озера, и др. Комплексные месторождения - Хитолабмина, некоторые месторождения в районе рудника им. Чкалова, Постельное озеро, Никонова варака. Керамические месторождения - Панфилова варака, Чкалов и др.

Разработка месторождений слюды в Беломорье была начата в ХУ, а по некоторым данным еще в Х веке, когда крупноразмерный листовой мусковит использовался в качестве оконного материала [25]. С появлением в ХУІІІ веке дешевого стекла слюдяной промысел заглох, с тем чтобы вновь возникнуть и развиваться в ХХ веке в связи с использованием слюды в качестве диэлектрика в электро- и радиопромышленности.

До Октябрьской революции геологическое изучение района заключалось в посещении его отдельными исследователями, составившими мелкомасштабные обзорные карты и давшими краткие геологические описания пегматитов и некоторых других пород. Во время первой мировой войны и строительства Мурманской железной дороги в связи с прекращением ввоза из-за границы полевого шпата и слюды были предприняты геологические исследования пегматитоносных районов Беломорья и площади, прилегающей к железной дороге. Среди первых исследователей геологического строения района были Н.В. Широшкин (1834 г.), Бетлинг (1839 г.), Миддендорф (1840 г.), А.И. Иностранцев (1869-1871 гг.), М.Н. Миклухо-Маклай (1890 г.), Е.С. Федоров (1891 г.), И.Н. Гинзбург (1917 г.), Д.В. Соколов, Н.И. Безбородько, С.Ф. Машковцев, Н.Г. Кассин.

Систематическое геологическое изучение района, его слюдяных и керамических месторождений началось после Великой Октябрьской социалистической революции. Работы И.Н. Гинзбурга (1920-1921 гг.), Э.А. Купфера (1922г.), Д.С. Белянкина (1924 г.), Б.М. Куплетского (1924 г.) дали возможность с 1922 г. начать промышленную эксплуатацию керамических, а с 1925 г. и слюдяных пегматитов Беломорья. С 1926 г. начались поисково-съёмочные ра-

боты в районах действующих пегматитовых карьеров вблизи Чупы и на ряде других участков.

В работе К. А. Шуркина и др. [68] приводится достаточно подробная справка о геологических исследованиях, проведенных в Чупинско-Лоухском слюдоносном районе за 1925-1960 гг. и дается краткая характеристика значения их результатов. В дополнение к ней нужно отметить большое практическое и теоретическое значение результатов поисково-разведочных работ, выполненных на месторождениях мусковита в послевоенные годы. Они позволили не только укрепить и расширить сырьевую базу слюдодобывающей промышленности Карелии, но и проверить на практике некоторые поисковые признаки на слюду и оценить значение различных геологических факторов, контролирующих размещение как слюдяных месторождений в районе, так и слюдоносных пегматитовых жил в пределах месторождений.

К работам, выдающимся по ценности полученных результатов или по оригинальности, прикладному и теоретическому значению высказанных в них геологических представлений, следует отнести как опубликованные, так и фондовые работы П. П. Боровикова, В. К. Браункова, М. И. Голода, Н. В. Горлова, Н. П. Голочалова, Л. Л. Гродницкого, В. И. Жданова, Т. В. Ждановой, В. В. Зарубина, В. И. Едовина, А. И. Иванова, Т. С. Игнатьевой, П. А. Лебедева, О. П. Луниной, Н. Д. Малова, Г. Ш. Меламеда, Д. Т. Мишарева, В. Д. Никитина, Э. А. Поляк, Ю. Е. Рыцка, М. Е. Салье, Г. П. Сафроновой, Л. Я. Сидоренко, П. П. Скабичевского, А. В. Скропышева, В. С. Смирновой, Л. Г. Смолиной, А. Н. Спиридонова, Н. Г. Судовикова, Н. Н. Тарасова, Н. И. Холодка, Е. П. Чуйкиной, К. А. Шуркина, В. А. Шустова, А. Э. Энглунд и многих других. Ранее отмечалось уже [2], что своего рода вехами, обозначившими определенные важные этапы в эволюции геологических представлений, высказанных относительно слюдяных месторождений Карелии и оказавших существенное, а в ряде случаев и решающее влияние на направление и методику геологоразведочных работ на слюду, были работы Г. Н. Бунтина, В. Д. Никитина, А. В. Скропышева, Е. П. Чуйкиной.

Среди работ последних лет необходимо отметить монографию К. А. Шуркина, Н. В. Горлова, М. Е. Салье, В. Л. Дука, Ю. В. Никитина „Беломорский комплекс...“ [68], работу Н. В. Горлова „Структура беломорид“ [16] и в качестве материалов сводные отчеты о поисково-разведочных работах, проведенных в 1956-1965 гг. на месторождениях Тэдино (Л. Г. Смолина, В. В. Зарубин и др.), рудника Карельского (Н. Д. Малов, Т. В. Жданова и др.), Мали-

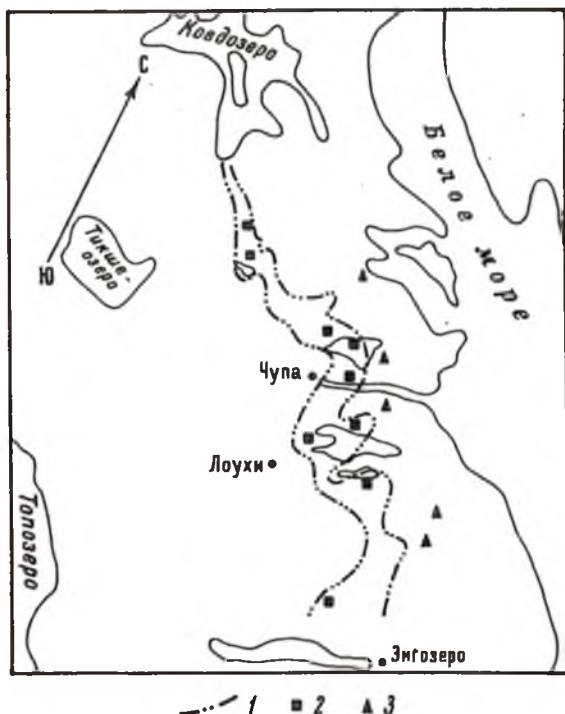


Рис. 1. Обзорная карта Чупино-Лоухско-го слюдоносного района.

1 - контуры распространения пород чупинской продуктивной свиты; 2 - месторождения мусковита; 3 - комплексные месторождения (керамическое сырье и мусковит).

новая варака (Е. П. Чуйкина, Н. И. Кочкина и др.), Плотина (А. Н. Спиридонов, Н. Д. Малов и др.), Полубояры (Е. П. Чуйкина, В. И. Едовин, В. В. Зарубин, Т. В. Жданова, Н. И. Кривоборская, Г. А. Данилевская, В. Г. Смолин, Н. Н. Тарасов, А. А. Петухов). Все эти работы в той или иной степени и применительно к задачам настоящей работы использованы в ней при описании геологического строения района и месторождений мусковита.

В течение ряда последних лет в Чупинско-Лоухском слюдоносном районе Северной экспедицией СЗГУ производилась крупномасштабная геологическая съемка, которой охвачены площади распространения пород чупинской продуктивной свиты и прилегающие к ней участки, сложенные породами котозерской и хитоламбинской свит. Этим полностью завершено геологическое картирование всей территории, на которой распространены породы чупинской свиты и все месторождения мусковита этого района.

Для гнейсов беломорского комплекса, составляющих основу геологического строения Чупинско-Лоухского слюдоносного района, существует несколько стратиграфических схем. В 1935 г. В. М. Тимофеев [66] разделил метаморфические породы Беломорья на три свиты: нижнюю – биотитовых гнейсов, среднюю – кианитовых сланцев и верхнюю – амфиболовых пород. В конце 30-х годов П. К. Григорьев [17] предложил двучленное деление беломорского комплекса, выделив в нем нижнюю и верхнюю гнейсовые толщи.

В 1951 г. Е. П. Чуйкина, Б. Я. Алексеев и З. Е. Баранова при проведении специализированной геологической съемки в западной части Чупинско-Лоухского района впервые для беломорского комплекса применили метод литолого-стратиграфического расчленения геологического разреза и установили, что стратиграфический разрез гнейсовой толщи наращивается с запада на восток и в северной части района состоит из пяти свит (снизу вверх): западной – тонкочешуйчатых микроклинсодержащих биотитовых гнейсов и гранито-гнейсов; котозерской – амфиболсодержащих микроклин-плаггиоклазовых биотитовых гнейсов и амфиболитов; чупинской – гранато-биотитовых, дистено-гранато-биотитовых и биотитовых гнейсов; хитоламбинской – амфибол- и эпидотсодержащих плаггиоклазо-микроклиновых биотитовых гнейсов; керетской – плаггиоклазо-микроклиновых биотитовых гнейсов. В разрезе гнейсов, слагающих южную часть Чупинско-Лоухского слюдоносного района (территория, прилегающая с севера к Энгозеру), Е. П. Чуйкина выделила три свиты: боярскую – светло-серых эпидото-биотитовых гнейсов и биотитовых гранито-гнейсов; пиртозерскую – глиноземистых гнейсов с мощными пластами амфиболитов; энгозерскую – светло-серых эпидото-биотитовых гнейсов и биотитовых гранито-гнейсов.

Е. П. Чуйкиной, З. Е. Барановой и Э. А. Поляк в 1951 и 1953 гг. были составлены первые для Беломорья геологические карты, основанные на литолого-стратиграфическом расчленении Беломорского комплекса.

В 1953–1956 гг. группой геологов под руководством Д. Т. Мишарева [35, 36] была составлена первая сводная геологическая карта для всего северо-западного Беломорья, включая Ёнский слюдоносный район. На этой карте беломорский комплекс стратиграфически расчленен на три толщи: верхнюю (лоухскую) – высокоглиноземистых гнейсов, среднюю (хитоламбинскую) – амфиболовых гнейсов и амфиболитов, нижнюю (керетскую) – гранито-гнейсов. Симметричное расположение этих толщ в плане определяется, по мнению авторов, наличием северо-западных складок – Ёнско-Лоухского синклинория, сложенного в ядре верхней и в крыльях – средней толщами, и обрамляющих его на западе и востоке антиклинорий – Ковдозерско-Керетского и Приморского, ядерные части которых обнажены и сложены гранито-гнейсами нижней толщи.

Заметим, что на карте границы распространения пород верхней толщи этой стратиграфической схемы в общем соответствуют границам распространения пород чупинской свиты схемы Е. П. Чуйкиной, так же как границы сред-

ней и нижней толщ соответственно совпадают с границами котозерско-хито-ламбинской и западной – керетской толщ.

К. А. Шуркин, В. Л. Дук и др. [ 68 ] на основании работ, проводившихся ими в 1951–1959 гг., предложили другую стратиграфическую схему, согласно которой в Чупинско–Лоухском слюдоносном районе породы беломорского комплекса подразделяются на 6 свит, две из которых (кайтатундровская и князегубская) имеют локальное распространение, а четыре – входят в разрез всей территории района. Это – керетская свита мелкозернистых биотитовых и эпидот–биотитовых гнейсов, гранито–гнейсов, иногда с амфиболом, залегающая в основании разреза и аналогичная нижней толще по схеме Д. Т. Мишарева, В. С. Смирновой и др. [ 35, 36 ] и западной – керетской свитам в понимании Е. П. Чуйкиной. Выше ее залегают породы хитоламбинской свиты амфиболовых гнейсов и амфиболитов в переслаивании с мелкочешуйчатыми биотитовыми и эпидото–биотитовыми гнейсами. Эта свита является аналогом средней толщи по схеме Д. Т. Мишарева, В. С. Смирновой и котозерско-хито-ламбинской свит по схеме Е. П. Чуйкиной. Затем К. А. Шуркиным и др. [ 68 ] выделяются лоухская свита амфиболсодержащих и плагиобиотитовых, нередко с гранатом гнейсов и линзами глиноземистых гнейсов и чупинская свита гранато–биотитовых и дистено–гранато–биотитовых ржавых гнейсов, местами переслаивающихся с серыми плагиобиотитовыми гнейсами и присутствующими в подчиненном количестве амфиболитами. Суммарно лоухская и чупинская свиты, выделяемые К. А. Шуркиным и др. [ 68 ], приблизительно соответствуют верхней толще в понимании Д. Т. Мишарева, В. С. Смирновой и др. [ 35, 36 ] и чупинской свите, выделенной Е. П. Чуйкиной.

Таким образом, большим сходством характеризуются стратиграфические схемы, предложенные для Чупинско–Лоухского слюдоносного района, с одной стороны, Д. Т. Мишаревым, В. С. Смирновой и др., и с другой – К. А. Шуркиным, В. Л. Дуком и др.

Наоборот, стратиграфическая схема, первоначально предложенная, впоследствии уточненная и в некоторых частях принципиально измененная Н. В. Горловым [ 16 ], обнаруживает большое сходство со схемой Е. П. Чуйкиной.

Принципиальное отличие стратиграфической схемы, предложенной Н. В. Горловым, от схем других авторов заключается в том, что им впервые выделены породы, образующие фундамент беломорид и распространенные в западной части района, где они слагают ядерные части купольных и купольно–блоковых структур. Такими породами являются: гранито–гнейсы, биотитовые, амфиболо–биотитовые и амфиболовые гнейсы, гиперстено–диопсидо–амфиболо–биотитовые плагиогнейсы и некоторые характерные гранитоиды (гиперстенсодержащие граниты типа чарнокитов, гранодиориты и порфиroidные розовые разгнейсованные граниты). Н. В. Горлов отмечает, что в отличие от беломорских пород Северной Карелии, для которых характерен метаморфизм амфиболитовой фации, для пород фундамента беломорид возможно предположение, что они „метаморфизованы дважды: вначале в гранулитовой фации, а позднее, по–видимому, одновременно с беломорской толщей, в амфиболитовой фации“. Это, по мнению Н. В. Горлова, оправдывает с петрологических позиций отнесение Е. П. Чуйкиной западной свиты беломорид к наиболее древним породам беломорского комплекса.

На породах фундамента, по Н. В. Горлову, залегают породы беломорского комплекса в такой последовательности выделяемых им свит: котозерская свита амфиболсодержащих гнейсов с прослоями биотитовых гнейсов и амфиболитов; чупинская свита, в которой выделяются: лоухская подсвита биотитовых амфиболсодержащих и глиноземистых гнейсов, часто перемежающихся между собой и характеризующихся присутствием в серых гнейсах граната, и хитогорская подсвита преимущественно глиноземистых гнейсов с прослоями аплитовидных и амфиболсодержащих биотитовых гнейсов и амфиболитов; хитоламбинская свита серых полосчатых, часто эпидотсодержащих биотитовых гнейсов и амфиболитов с прослоями амфиболовых гнейсов.



Схема Н. В. Горлова, существенно отличаясь от других схем, во многом совпадает со схемой Е. П. Чуйкиной. Отличие же ее от последней заключается в следующем:

а) западная свита Е. П. Чуйкиной, относимая ею к гнейсам беломорского комплекса, Н. В. Горловым в определенных ее частях рассматривается в качестве пород, составляющих фундамент беломорид; таким образом, территория, сложенная, по Е. П. Чуйкиной, породами западной свиты, по Н. В. Горлову, сложена породами фундамента, имеющими на эрозионной поверхности как бы островной характер распространения среди пород котозерской свиты;

б) в составе чупинской свиты, выделенной Е. П. Чуйкиной, Н. В. Горлов выделяет две подсвиты: лоухгорскую и хитогорскую, причем последняя подразделяется им на 8 горизонтов или пачек, в то время как Е. П. Чуйкина без разделения на подсвиты выделяет в разрезе чупинской свиты 12 горизонтов, о чем подробнее будет сказано ниже;

в) Н. В. Горлов не считает возможным выделять в верхней части разреза беломорского комплекса две свиты – хитоламбинскую и керетскую, как это делает Е. П. Чуйкина, и объединяет их в одну – хитоламбинскую свиту.

Таким образом, если не считать устаревших схем В. М. Тимофеева и П. К. Григорьева и схемы А. И. Кукушкина [29], не согласующейся с фактическим материалом детальных геологических съемок, то в настоящее время существуют четыре схемы литолого-стратиграфического расчленения гнейсов беломорского комплекса. Такой разницей в решении вопросов стратиграфии Беломорья, по нашему мнению, вызван следующими причинами.

1) Отсутствие данных, позволяющих однозначно решить вопрос о стратиграфической принадлежности той или иной части геологического разреза района. Имеются в виду данные палеонтологические, которые, очевидно, вообще не могут быть получены, и данные об изотопном возрасте, которые пока еще не могут быть использованы в целях достаточно подробного стратиграфического расчленения гнейсов беломорской формации.

2) Отсутствие четкого определения стратиграфических единиц применительно к особенностям глубокометаморфизованных пород района, т.е. отсутствие четкого определения таких позятий, как свита, подсвита, горизонт, подгоризонт, пачка, пласт, слой, прослой, понимаемых и употребляемых различными авторами, во-первых, произвольно, а во-вторых, без учета привязки тех или иных терминов, уже произведенной предшествующими исследователями.

3) Неравноценная изученность и продолжающаяся неравноценность изучения различных частей разреза, имеющие следствием, как уже отмечал Н. В. Горлов [16], незнание специфики некоторых из них, а отсюда и мало обоснованная корреляция, например, котозерской и хитоламбинской или западной и керетской свит.

4) Отсутствие разработанных критериев для количественной оценки данных, характеризующих (в определенных пределах изменчивости) ту или другую стратиграфическую единицу и позволяющих на такой количественной основе производить сопоставление и параллелизацию геологических разрезов различных участков, сложенных породами беломорского комплекса.

Разработка перечисленных выше вопросов на строго научной основе представляется нам одной из важных задач дальнейшего геологического изучения Чупинско-Лоухского слюдоносного района.

Значение стратиграфического расчленения беломорского комплекса, помимо решения ряда геологических вопросов, заключается в том, что выделение в его разрезе чупинской свиты с последующим определением границ ее площадного распространения позволило установить совершенно четкую приуроченность к ней месторождений мусковита, так же как и к хитоламбинской свите – комплексных месторождений, т.е. месторождений керамического сырья и худшей по качеству (чем в чупинской свите) слюды.

С точки зрения интересующих нас вопросов необходимо более подробно рассмотреть внутреннее строение и особенности разреза чупинской свиты как крупной литолого-стратиграфической единицы, контролирующей размещение мусковитовых месторождений. Наиболее полно на основании громадного материала многолетних детальных геологосъемочных работ расчленение чупинской свиты на литолого-стратиграфические горизонты и характеристика последних даны Е. П. Чуйкиной. Недостатками предложенной ею схемы являются неоправданно сложная система индексов для выделенных горизонтов и отсутствие количественно выраженных критериев для выделения и параллелизации последних.

Согласно данным Е. П. Чуйкиной, чупинская свита ( $Agn_3$ ) имеет тектонический контакт с подстилающей ее котозерской свитой ( $Agn_2$ ), хотя внутреннее строение обеих этих свит подчинено общему рисунку складчатых структур района. Контакт между ними характеризуется как угловыми несогласиями, так и выпадением из разреза некоторых нижних горизонтов чупинской свиты.

В строении чупинской свиты существенное значение имеют следующие группы пород, определенное сочетание которых в той или другой части разреза и является визуальным признаком для выделения литолого-стратиграфических горизонтов:

- 1) мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы;
- 2) среднезернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы;
- 3) эпидото-биотитовые гнейсы с амфиболом и светло-серые биотитовые гранито-гнейсы (по Е. П. Чуйкиной - гнейсо-граниты).

Характерной особенностью чупинской свиты является значительно более частое присутствие в ее разрезе гранато-биотитовых и дистено-гранато-биотитовых гнейсов по сравнению с другими свитами беломорского комплекса, в которых эти породы или вообще не встречаются, или слагают в них лишь отдельные горизонты или пласты небольшой мощности и протяженности. Таким образом, чупинская свита в целом и некоторые ее горизонты в особенности являются более глиноземистыми по сравнению с другими свитами.

Нижняя часть стратиграфического разреза чупинской свиты образована светло-серыми амфиболсодержащими биотитовыми гнейсами или гранито-гнейсами, среди которых залегают линзовидные пласты (горизонты) глиноземистых пород, не имеющие большой протяженности. Эта часть разреза чупинской свиты в соответствии с положением в нем линзовидных горизонтов глиноземистых пород разделяется на 6 литолого-стратиграфических горизонтов (снизу вверх):  $Agn_{3-1x}$ ,  $Agn_{3-2x}$ ,  $Agn_{3-3x}$ ,  $Agn_{3-4x}$ ,  $Agn_{3-5x}$ ,  $Agn_{3-6x}$ . Верхняя часть разреза чупинской свиты подразделяется Е. П. Чуйкиной на 8 горизонтов, индексы которых были даны в первые годы съемок и сохранены ею соответственно первоначальному их значению как вошедшие в отчеты и проекты геологоразведочных работ на главнейших месторождениях и, таким образом, получившие уже широкое распространение среди геологов-производственников. Это горизонты с порядковыми индексами (снизу вверх) от  $Agn_{3-5}$  до  $Agn_{3-12}$ . Ниже дается краткая характеристика горизонтов чупинской свиты в их стратиграфической последовательности.

Горизонт  $Agn_{3-1x}$ : биотитовые и мусковито-биотитовые гранито-гнейсы, включающие в себя линзы мелко- и среднезернистых гранато-биотитовых и дистено-гранато-биотитовых гнейсов полосчатой и гнейсовидной текстур.

Мелкозернистые биотитовые гранито-гнейсы широко развиты вдоль контакта с котозерской свитой и вблизи массивов габбро-норитов. Мусковито-биотитовые гранито-гнейсы отмечаются в районе к юго-западу от Копатозера.

Отмечается приуроченность к этому горизонту пояса основных пород, в отдельных массивах которых залегают пегматитовые жилы. Часть из них слюдоносна, как например жилы месторождения Ёки-варака, однако промышленное значение их невелико ввиду низкого содержания слюды (до  $10 \text{ кг/м}^3$ ) и небольшой протяженности жильных тел по падению.

Породы горизонта  $Аgn_{3-1}^x$  распространены к западу и югу от Копатозера и в районе озер Татарского и Тростяного; к северо-востоку от пос. Лоухи, северо-западнее, севернее и восточнее дер. Полубояры.

Горизонт  $Аgn_{3-2}^x$ : тонкозернистые песчаникоподобные гранато-биотитовые гнейсы, аплитовидные породы, биотитовые гранито-гнейсы. В гранато-биотитовых гнейсах иногда развиты порфиробласты полевого шпата (восточный берег оз. Долгого) и отмечаются спутанноволокнистые агрегаты силлиманита (между пос. Чула и Ёки-варакой). Аплитовидные породы этого горизонта отличаются тонкозернистостью и массивной текстурой. Тонкая и равномерная зернистость гнейсов является характерной особенностью горизонта.

В породах горизонта почти неизвестны слюдоносные пегматитовые жилы. Исключение составляет жила 5 южного берега оз. Долгого, давшая при обработке несколько тонн мусковита.

Распространение пород горизонта  $Аgn_{3-2}^x$  установлено там же, где и пород горизонта  $1^x$ .

Горизонт  $Аgn_{3-3}^x$ : светло-серые биотитовые и амфиболо-биотитовые гнейсы, среднезернистые, слабополосчатой текстуры; биотитовые гранито-гнейсы и аплитовидные породы. Среди этих пород залегают небольшие по протяженности линзы ржаво-бурых гранато-биотитовых гнейсов, мощность которых, по данным бурения, не превышает 60 м. В случае залегания последних в амфиболсодержащих гнейсах гранато-биотитовые гнейсы мелкозернисты и обладают гнейсовидной текстурой. Светло-серые амфиболо-биотитовые гнейсы не имеют большой протяженности и наблюдаются в ядерных частях Пулонгской антиклинали. Они включают в себя большое количество тел амфиболитов, составляющих до 30, иногда до 50% всей породы.

Е. П. Чуйкина указывает в качестве перспективных на пегматиты площади, расположенные между выклинивающимися навстречу друг другу телами биотитовых гранито-гнейсов, предполагая, что такие участки являются участками интенсивного растяжения. По-видимому, этот признак имеет только локальное значение.

К горизонту  $Аgn_{3-3}^x$  приурочено несколько кустов слюдоносных пегматитовых жил: оз. Долгое, Роббака-варака, Копатозеро. Однако, несмотря на сравнительно высокие содержания слюды (до 40-80 кг/м<sup>3</sup>), запасы ее в жилах этих месторождений вследствие незначительных размеров жильных тел малы. Число жил также мало, а поэтому указанные месторождения не имеют самостоятельного промышленного значения.

Породы горизонта  $Аgn_{3-3}^x$  распространены к юго-западу от Пулонгского озера, к западу от дер. Полубояры и к северу от ст. Амбарный.

Горизонт  $Аgn_{3-4}^x$ : среднезернистые полосчатые дистено-гранато-биотитовые и гранато-биотитовые гнейсы с редкими линзами и маломощными пластами мелкозернистых массивных или тонкополосчатых гранато-биотитовых гнейсов, в свою очередь содержащих небольшие тела биотитовых гранито-гнейсов и аплитовидных пород.

Литологически горизонт  $Аgn_{3-4}^x$  является весьма благоприятным для слюдоносности пегматитовых жил, залегающих в его породах. Однако последние распространены на участках, расположенных за пределами крупных пегматитовых зон или недостаточно опосредованных и плохо обнаженных.

Горизонт  $Аgn_{3-5}^x$ : среднезернистые полосчатые дистено-гранато-биотитовые, мелко- и среднезернистые гранато-биотитовые гнейсы, аплитовидные породы, биотитовые гранито-гнейсы и амфиболиты. Биотитовые гранито-гнейсы залегают в виде небольших согласных линз и имеют среднезернистую структуру и гнейсовидную текстуру. Аплитовидные породы залегают вблизи гранито-гнейсов, они мелко- и среднезернисты, массивны. Амфиболиты - среднезернисты, массивны, содержат много граната, зерна которого достигают 2 см.

Характерной особенностью горизонта является сильная деформация пород, сплошность их, непостоянство элементов залеганий, распространенность мелких сколовых нарушений с подзоротами гнейсов.

Породы горизонта  $A_{gn_{3-5}}$  распространены в районах Копатозеро-Хитогуба - к югу от Большого Пулонгского озера и к северу от ст. Амбарный в направлении дер. Полубояры.

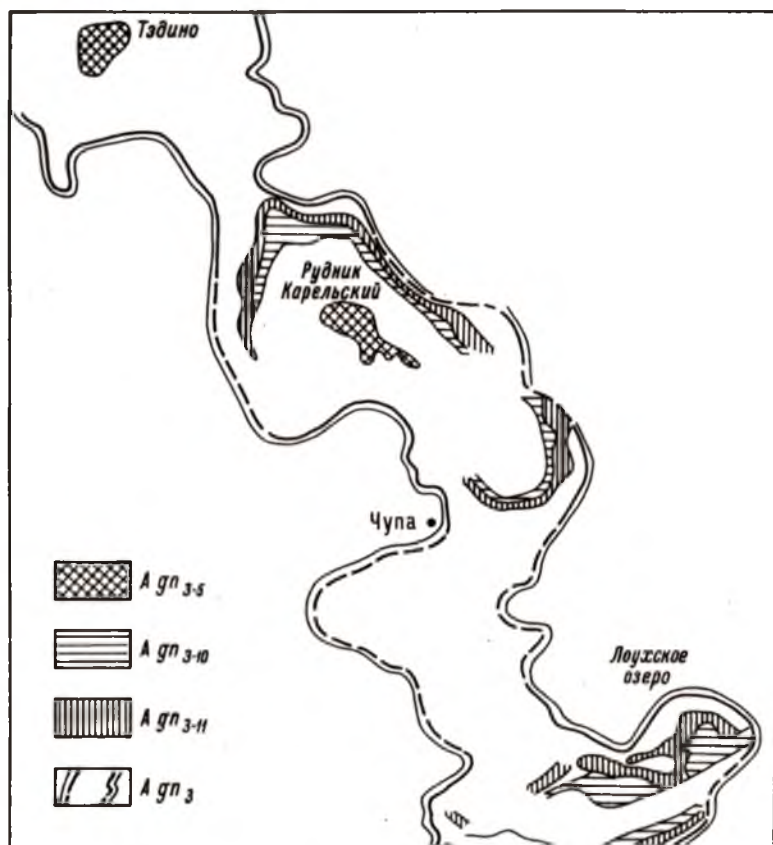


Рис. 2. Схематическая карта распространения пород чупинской свиты ( $A_{gn_3}$ ) и расположения в ней продуктивных горизонтов ( $A_{gn_{3-5}}$ ,  $A_{gn_{3-10}}$  и  $A_{gn_{3-11}}$ ).

Горизонт  $A_{gn_{3-6}}$ : мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы, бурого цвета и светло-серые биотитовые гранито-гнейсы.

Горизонт выделен Е.П. Чуйкиной условно, так как его породы имеют незначительное распространение в районах южнее пос. Тэдино, к северо-востоку от пос. Чупа, к юго-востоку от Полубояр и к восток-северо-востоку от ст. Боярская.

Горизонт  $A_{gn_{3-5}}$ : мелко- и среднезернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы и переслаивающиеся с ними такие же гнейсы, но сильно насыщенные аплитовидной породой, порфиробластами полевых шпатов, мелкозернистых пегматитов и быстро выклинивающимися телами биотитовых гранито-гнейсов.

Породы этого горизонта литологически благоприятны для слюдоносности залегающих в них пегматитов и широко развиты на месторождениях Слюдаварака (Тэдино) и в районе рудника Карельского (рис. 2). Ниже (в главе 1У) будет дано подробное описание этих продуктивных пород.

Горизонт А гп<sub>3-6</sub>: ржаво-бурые мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы гнейсовидной и очковой текстур, биотитовые гранито-гнейсы и аплитовидные породы.

Отличительной особенностью горизонта являются веретенообразные очковые выделения аплита, развитые в небольших количествах. Гранито-гнейсы развиты незначительно.

Породы шестого горизонта распространены к западу, северо-западу и к северу от Слюдо-вараки и в районе рудника Карельского, где они обрамляют ядро антиклинальной складки, сложенное породами пятого горизонта.

Горизонт А гп<sub>3-7</sub>: биотитовые гранито-гнейсы, мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы „ржаво-бурого“ цвета, аплитовидные породы и амфиболиты.

Основная разновидность пород этого горизонта – биотитовые гранито-гнейсы, для которых характерны пережимы, встречные выклинивания, окаймленные аплитовидными породами, приуроченность к антиклинальным складкам. Е. П. Чуйкина называет их гнейсо-гранитами. Нам представляется, что нет оснований для того, чтобы эти обычные гранито-гнейсы относить к ортопородам.

Гранато-биотитовые гнейсы распространены в виде реликтовых тел среди светло-серых биотитовых гранито-гнейсов.

Породы седьмого горизонта распространены в районе рудника Карельский и в районе к север-северо-востоку от пос. Лоухи.

Горизонт не является благоприятным для слюдоносности залегающих в нем пегматитовых жил.

Горизонт А гп<sub>3-8</sub>: „ржаво-бурые“ гранато-биотитовые гнейсы, светло-серые биотитовые гранито-гнейсы и аплитовидные породы. Гранито-гнейсы образуют небольшие по мощности и протяженности тела в средней части разреза горизонта, залегающие среди чередующихся между собой аплитовидных пород и мелкозернистых гранато-биотитовых гнейсов. Выше зоны чередования преобладающее положение занимают аплитовидные породы, в которых мелко- и среднезернистые гранато-биотитовые гнейсы залегают в виде мелких линзовидных и пластообразных тел. Для среднезернистых разновидностей гранато-биотитовых гнейсов характерно присутствие видимых под микроскопом мелких разрозненных призматических и неправильных по форме зерен кианита, а также скоплений этих зерен, ориентированных согласно с гнейсовидностью породы. Устанавливается ассоциация кианита с мусковитом и замещение его последним. Мелкозернистые разновидности гранато-биотитовых гнейсов характеризуются отсутствием включений в гранате, в то время как гранат среднезернистых разновидностей часто содержит включения плагиоклаза.

Характерным для восьмого горизонта является малое содержание кианита, игольчатая форма его зерен и наличие в гранате среднезернистых гранато-биотитовых гнейсов включений плагиоклаза.

Породы горизонта А гп<sub>3-8</sub> широко распространены и занимают большие площади в районе Тэдино-ст. Полярный Круг; западнее, севернее и восточнее рудника Карельского; в районе Шаткова Бора и Лоушек.

Горизонт А гп<sub>3-9</sub>: мелко- и среднезернистые светло-серые биотитовые гнейсы, содержащие рассеянный амфибол и редкие зерна красного граната; мелкозернистые темно-серые амфиболо-биотитовые гнейсы с линзами и будинами амфиболитов; мелко- и среднезернистые „ржаво-бурые“ гранато-биотитовые гнейсы в виде маломощных выклинивающихся пластов.

Породы девятого горизонта распространены в районах ст. Полярный Круг, Летней вараки, западной части Станционного полуострова, Лоушек.

Горизонт А гп<sub>3-10</sub>: мелкозернистые гранато-биотитовые гнейсы и в подчиненном количестве, дистено-гранато-биотитовые гнейсы, переслаивающиеся и перемежающиеся с аплитовидными породами и биотитовыми гранито-гнейсами.

Породы горизонта А гп<sub>3-10</sub> широко распространены в районе и их подробное описание приводится в главе IУ.

Горизонт А гп<sub>3-11</sub>, среднезернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы четкополосчатой текстуры, среди которых залегают различные по размерам линзы мелкозернистых гранато-биотитовых гнейсов, обычно сопровождающихся аплитовидными породами и гранито-гнейсами. Характеризуется изменчивой мощностью, которая колеблется от 70 до 400 м. Этот горизонт является одним из главных продуктивных горизонтов чупинской свиты. Он принимает участие в строении месторождений Станционного полуострова, Лоухского озера и Малиновой вараки. Ниже, в главе IУ, приводится его подробная характеристика.

Горизонт А гп<sub>3-12</sub>: биотитовые гранито-гнейсы, аплитовидные породы, мелко- и среднезернистые гранато-биотитовые гнейсы.

Породы горизонта А гп<sub>3-12</sub> распространены в районе почти повсеместно.

Выше по разрезу этот горизонт сменяется породами хитоламбинской свиты (А гп<sub>4</sub>), контакт с которой пород чупинской свиты в ряде случаев имеет тектонический характер.

Следует отметить, что на месторождении Вуат-варака среди пегматитовых жил, залегающих в двенадцатом горизонте чупинской свиты, имеются промышленно-слюдоносные. Некоторые жилы месторождения Малиновая варака, залегающие в нем, также содержат слюду. При литологической неблагоприятности двенадцатого горизонта это, по-видимому, может найти себе объяснение, как указывал В. Д. Никитин, в благоприятном влиянии подстилающего продуктивного горизонта [40, 41].

Магматические породы Беломорья наиболее полно и последовательно описаны К. А. Шуркиным и др. [68]. Согласно приведенным им данным, беломорский магматический комплекс расчленяется на такие группы:

- 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 карельского, катедонского и герцинского магматизма.

Формирование доорогенных пород основного состава в беломорской геосинклинальной зоне совпадает с периодом осадконакопления флишоидных толщ. Эти породы глубоко метаморфизованы и преобразованы в амфиболиты и blastsолиты, иногда сохраняющие реликты первичных минералов и структур, а также первоначальную форму тел. Они представлены актинолитовыми сланцевыми амфиболитами, имеющими подчиненное значение, и роговообманковыми амфиболитами различного состава, довольно широко распространенными в районе.

Роговообманковые амфиболиты, не нарушая стратиграфической последовательности пород, наиболее часто встречаются в ассоциации с амфиболо-биотитовыми и амфиболовыми гнейсами котозерской, хитоламбинской, керетской и некоторых горизонтов чупинской свит. По своему происхождению — это поверхностные покровы, потоки, туфогенные отложения и межплазовые интрузии основной магмы.

Пегматитовые жилы, залегающие в амфиболитах, как правило, не содержат промышленного мусковита, и, таким образом, их присутствие в разрезе является отрицательным признаком.

Раннеорогенные интрузии основных и ультраосновных пород представлены в Чупинско-Лоухском слюдоносном районе перидотитами, пироксенитами, габбро-норитами, габбро, габбро-лабрадоритами, анортозитами, габбро-диоритами и другими породами, связанными между собой переходными разностями в один ряд и стратиграфически одновозрастными. Эти породы широко распространены в районе в виде небольших массивов, сравнительно равномерно раз-

брошенных по всей площади. Размеры массивов обычно колеблются в пределах до 0,2–0,5 км в поперечнике, редко достигая большей величины. Тела этих пород встречаются во всех свитах беломорской серии, но относительно большее их число наблюдается в котозерской, чупинской и хитолабинской свитах. Обычно они группируются в виде цепочек, чаще всего тяготеющих к поверхностным напластованиям горизонтов, но иногда занимающих и секущее положение по отношению к ним (например, в районе Малиновой варакы).

Известны довольно крупные подковообразные массивы, располагающиеся в замках складок северо-восточного простирания (Чупа, Келейная гупа и др.).

По мнению К. А. Шуркина [68], раннеорогенные интрузии основных и ультраосновных пород отвечают эмбриональной форме развития типичных офиолитов. Возрастное положение их определяется тем, что они прорывают гнейсы и древнейшие ортоамфиболиты и в свою очередь секутся жилами гранитов, пегматитов, аплитов, обнаруживают явления мигматизации, а также участвуют в качестве жестких пород в тектонических деформациях периода ультраметаморфизма. Абсолютный возраст раннеорогенных пород Беломорья колеблется,

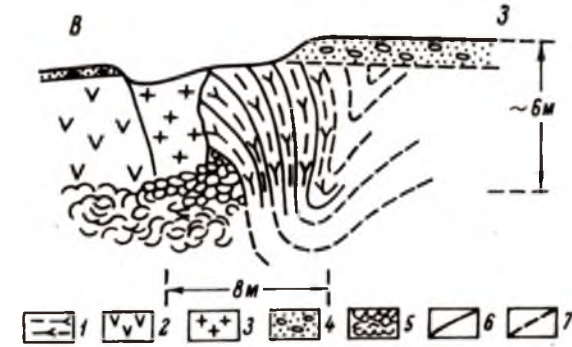


Рис. 3. Влияние пластичности вмещающих пород на характер их деформации при образовании пегматитовмещающей полости.

1 – амфиболо–биотитовый гнейс; 2 – габбро–амфиболит; 3 – пегматит; 4 – наносы; 5 – отвал; 6 – наблюдаемые контакты пород и слоев; 7 – предполагаемые контакты.

по данным К. А. Шуркина, от 1841 до 2082 млн лет.

Обычно пегматитовые жилы, залегающие в основных и ультраосновных породах, не являются промышленно–слюдоносными. Но известны случаи, когда такие жилы содержат мусковит и представляют промышленный интерес. Так, на месторождении Никонова варака нами установлено, что пегматитовые жилы, залегающие в основных породах, представляют собой сравнительно крупные, выдержанные по простиранию и имеющие четкие прямолинейные контакты хорошо дифференцированные жильные тела, содержащие крупнопластинчатый мусковит хорошего качества. На том же месторождении пегматитовые жилы, залегающие в гнейсах или переходящие в них из основных пород по простиранию или падению, обладают значительно меньшей мощностью, расплывчатыми криволинейными контактами, сложены преимущественно мелко– и среднезернистыми разностями недифференцированного пегматита и содержат только мелкий некондиционный мусковит. Такая же картина наблюдалась и на известной жиле 10 расположенного рядом месторождения Постельное озеро, на которой богатое кондиционное ослюденение распространялось от поверхности только до того горизонта, до которого жила по падению находилась в контакте с основными породами.

По–видимому, это явление связано с различной пластичностью гнейсов и основных пород в период подвижек, приводивших к возникновению и раскрытию пегматитовмещающих трещин и полостей. В более пластичных гнейсах трещины или не возникали вообще, или были мелкими, быстро „залечивались“, и, следовательно, поступление растворов в них было затруднено.

Таким образом, условия для образования мусковита и перекристаллизации пегматита в жилах, залегающих в гнейсах, были неблагоприятны. В жилах же, залегающих в основных породах, благодаря жесткости последних возникали крупные разрывы, способствующие проникновению в жильное тело и циркуляции в нем растворов, преобразованию пегматита и метасоматическому образованию мусковита (рис. 3).

На других месторождениях пегматиты, залегающие в основных породах и имеющие благоприятное простирание, являются слюдоносными только в тех случаях, когда сами массивы основных пород залегают в продуктивных глиноземистых гнейсах или подстилаются ими. Примерами таких жил являются некоторые жилы месторождений Карманова озера, Ёки-вараки, Шарозера и др.

Позднеорогенные основные породы представлены габбро, габбро-норитами, габбро-перидотитами, перидотитами и пироксенитами, а также метагаб-

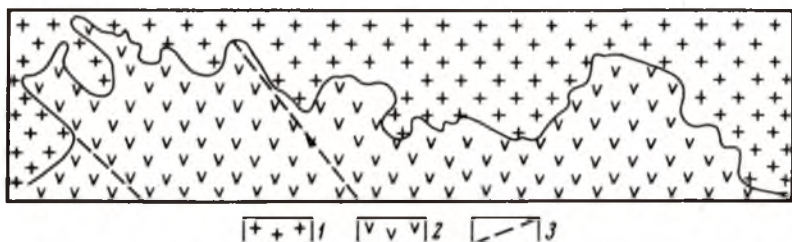


Рис. 4. Характер контакта пегматитовой жилы и амфиболита при метасоматическом образовании пегматита.

Линия контакта подчиняется очертаниям метакристаллов полевого шпата. 1 - пегматит; 2 - амфиболит; 3 - трещины в амфиболите.

бро-диабазами и габбро-амфиболитами. Наиболее распространенные морфологические типы этих пород - дайки и штокообразные интрузии.

Они характеризуются тем, что секут массивы раннеорогенных интрузий; залегают в виде даек и штокообразных тел, секут гнейсы, мигматиты, граниты, пегматиты; обнаруживают магматический контакт с вмещающими породами; обладают в эндоконтакте „зоной закалки“; нередко заключают в себе ксенолиты мигматизированных гнейсов. В то же время они метаморфизованы со стороны мигматитов (друзитовая структура, амфиболитизация, хлоритизация и т.д.), нередко секутся пегматитовыми и кварцевыми жилами, местами участвуют вместе с мигматитами в пликативных деформациях. Все это свидетельствует об их более позднем возрасте, чем раннеорогенные интрузии, но более раннем, чем посторогенные дайки габбро-диабазов.

В качестве примера слюдоносных жил, залегающих в основных породах этой группы, К. А. Шуркин называет жилу Круглой губки.

Заканчивая краткую характеристику основных и ультраосновных пород, распространенных в Чупинско-Лоухском слюдоносном районе, следует отметить, что их можно рассматривать как представителей различных этапов в развитии магматического цикла, начинавшегося ультраосновными породами (перидотитами и пироксенитами) и продолжавшегося габбро-пироксенитами, габбро-перидотитами, затем габбро-норитами и, наконец, анортозитами.

Нельзя не отметить пространственную связь, наблюдающуюся на некоторых месторождениях между распространением основных пород и пегматитовых жил. Можно предполагать, что такие пегматиты генетически связаны с гра-



нитоидами (анатектит-гранитами), образовавшимися за счет термального воздействия внедрившейся основной магмы в ореолах образуемых ею интрузивных тел. Однако этот вопрос нуждается в изучении.

Гранитоидные породы Беломорья, согласно К. А. Шуркину, подразделяются на три генетические группы: 1) метасоматические синорогенные гранитоиды, 2) позднесинорогенные анатектит-граниты и 3) позднеорогенные магматические жильные интрузивные граниты,

Метасоматические гранитоиды образуют в мигматизированных гнейсах участки неправильной или жилородной формы и не встречаются в виде обособленных и хорошо выраженных массивов значительной величины. Они разнообразны по составу и структуре, которые зависят от характера гранитизированных пород. Петрохимическое своеобразие этих пород выражается, в частности, в том, что в них наблюдаются отличные от нормальных гранитов отношения полевых шпатов и кварца: или с повышением, или, наоборот, с понижением содержания окиси кремния по сравнению с нормой. Другой их характерной чертой является непостоянство содержания щелочей.

Анатектит-граниты или залегают в ядерных частях складок, или приурочены к дизъюнктивным структурам, одновременным со складчатостью или завершающим ее. Внутреннее строение тел анатектит-гранитов, как правило, неоднородно и характеризуется беспорядочным или полосчатым чередованием массивной, гнейсовидной или слоистой текстур, изменчивостью величины зерен породообразующих минералов, неравномерностью распределения цветных минералов, порфиробластов полевых шпатов, шпировыми выделениями пегматоида, присутствием в разной степени измененных ксенолитов и т.п.

Морфологически анатектит-граниты образуют изометрические согласные тела (до 1-5 км<sup>2</sup>) или линзовидные и штокообразные вытянутые тела, ориентированные согласно с простираем дизъюнктивных структур.

В качестве характерных особенностей анатектит-гранитов К. А. Шуркин отмечает отсутствие ясно выраженной структуры магматической кристаллизации, что является одним из генетических их признаков, и зависимость их минерального и химического состава от состава вмещающих пород.

К. А. Шуркин геологические и петрографические особенности анатектитов объясняет их происхождением „в результате кристаллизации палингенных анхизэвтектических расплавов, возникших при ультраметаморфизме беломорской серии и интенсивной последующей метасоматической переработке первоначально кристаллизовавшихся пород высокотемпературными гидротермальными растворами, связанными как с самими телами анатектитов (автометасоматоз), так и с мигматизированными толщами гнейсов (аллометасоматоз)“ [68].

Независимо от состава возраст анатектитов определяется как синхронный с периодом синорогенной мигматизации. Нижняя граница – раннеорогенные основные породы, верхняя – позднеорогенные друзиты.

Вероятно, что с анатектит-гранитами генетически связаны слюдяные, комплексные и керамические пегматиты района, хотя и не исключено, что в ряде случаев последние могли образоваться в результате метасоматоза и перекристаллизации гнейсов в зонах активных и долгоживущих тектонических подвижек (рис. 4).

Магматические жильные граниты сравнительно мало распространены в районе и встречаются главным образом в приморской части Беломорья, залегая в породах хитоламбинской и керетской свит. Они формировались после региональной мигматизации до внедрения позднеорогенных габброидных пород.

Тела этих гранитов отличаются однородностью текстуры, структуры и минерального состава. Более распространены двуслюдяные и менее – биотитовые разности жильных гранитов.

Состав жильных гранитов в отличие от анатектитов не зависит от состава вмещающих пород и почти не зависит от размера тел. Это говорит об

их интрузивном магматическом происхождении. К. А. Шуркин считает эти граниты палингенными, представляющими собой последние „выжимки“ гранитной магмы, проникшей в трещины из локализованных на глубине очагов.

Жильные граниты, мигматиты и анатектиты вместе составляют одну группу парагенетически связанных кислых пород беломорского архея.

В границах распространения пород чупинской свиты Е. П. Чуйкина в качестве кислых магматических пород выделяет биотитовые гнейсо-граниты, рассматриваемые ею как представители первой фазы кислого магматического цикла, и аплиты, представляющие, по ее мнению, вторую фазу этого цикла. Достаточно подробно эти породы были описаны выше при характеристике разреза чупинской свиты.

По вопросу о геологической структуре Беломорья, так же как и по вопросу о характере структуры контролирующих распространение пегматитовых жил, в настоящее время среди геологов, изучающих этот район, нет единого мнения. Часть исследователей в соответствии с их представлениями о стратиграфическом разрезе беломорид считает, что последние слагают падающую на северо-восток моноклираль, которая, в свою очередь, является юго-западным крылом Кандалакшского синклинория с осью, протягивающейся в северо-западном-юго-восточном направлении по Кандалакшскому заливу Белого моря. Одновременно эта моноклираль является северо-восточным крылом Кольско-Карельского антиклинория, ядро которого расположено юго-западнее полосы продуктивных пород и в западной части срезано карелидами. Моноклираль на всем ее протяжении осложнена поперечными северо-восточными, местами широтными складками. Региональные северо-западные и второстепенные северо-восточные складки сформированы в течение одного этапа складкообразования. Изложенной точки зрения придерживаются Е. П. Чуйкина, Э. А. Поляк, Н. П. Голочалов, З. Е. Баранова, Ю. Е. Рышк и др. [7, 58, 60].

Д. Т. Мишарев, В. С. Смирнова, В. А. Бабошин, Р. И. Солодкая и др. [7, 35, 36] в беломорском комплексе выделяют три узкие ориентированные в северо-западном направлении складки: Ковдозерско-Керетский антиклинорий (крайняя на западе структура беломорид), Ёнско-Лоухский синклинорий и Приморский антиклинорий, протягивающийся вдоль западного побережья Белого моря. Наиболее протяженной структурой, согласно этой схеме, является Ёнско-Лоухский синклинорий, который опрокинут на юго-запад и в ядерной части сложен свитой глиноземистых гнейсов, продуктивной на слюдоносные пегматиты. Эти крупные региональные складки возникли в первую эпоху архейского диастрофизма. Складчатость северо-восточного субширотного направления возникла во вторую его эпоху.

В принципе такого же представления о структуре беломорид придерживаются К. А. Шуркин, В. Л. Дук и Н. И. Яскевич, однако К. А. Шуркин считает, что складки обоих направлений возникли в течение одного этапа складкообразования [68]. Н. В. Горлов [16], отдавая предпочтение представлению о моноклиальной структуре беломорид, выделяет в них три структурные зоны:

- 1) зону гранито-гнейсовых куполов (Западная структурная зона);
- 2) зону северо-восточной складчатости, несущей элементы складчатости штампового типа и перекрестной складчатости (Срединная структурная зона);
- 3) зону моноклиального залегания с элементами северо-восточной и северо-западной складчатости (Восточная структурная зона).

Нам представляется, что схема Н. В. Горлова в настоящее время наиболее соответствует фактическому материалу, полученному в результате детальных геологосъемочных работ. Во всяком случае принципиальные ее положения не находятся в противоречии с этим материалом. Так, например, характер антиклинальных складок, развитых в районах месторождений Тэдино, рудника Карельского, Малишовой вараки и к северу от Лоухского озера отвечает описанным Н. В. Горловым особенностям складчатых структур, типич-

Т а б л и ц а 3

Руб. простираний	Распространенность пегматитовых жил с установленными элементами залегания								Пегматитовые жилы, в различной степени слюдоносные							
	1		2		3		4		1		2		3		4	
	Количество	% от общего числа	Количество	% от общего числа	Количество	% от общего числа	Количество	% от общего числа	Количество	% от общего числа всех жил данного простирания	Количество	% от общего числа всех жил данного простирания	Количество	% от общего числа всех жил данного простирания	Количество	% от общего числа всех жил данного простирания
270-275 <sup>0</sup>	3	7.5	1	0.6	1	0.8	7	6.2	-	0.0	-	0.0	-	0.0	1	14.3
275-285	-	0.0	4	2.5	1	0.8	3	2.7	-	0.0	-	0.0	-	0.0	1	33.3
285-295	-	0.0	4	2.5	1	0.8	1	0.9	-	0.0	-	0.0	-	0.0	1	100.0
295-305	1	2.5	8	5.0	1	0.8	5	4.5	-	0.0	-	0.0	-	0.0	4	80.0
305-315	1	2.5	14	8.7	10	8.1	6	5.4	-	0.0	-	0.0	4	40.0	1	16.7
315-325	4	10.0	14	8.7	10	8.1	3	2.7	-	0.0	1	7.2	-	0.0	1	33.3
325-335	3	7.5	9	5.6	12	9.8	-	0.0	-	0.0	3	33.3	2	16.7	-	0.0
335-345	3	7.5	14	8.7	23	18.7	4	3.6	-	0.0	-	0.0	6	26.1	2	50.0
345-355	2	5.0	37	23.0	29	23.5	2	1.7	1	50.0	12	32.4	8	27.6	1	50.0
355-5	4	10.0	21	13.0	17	13.8	5	4.5	2	50.0	5	23.8	5	29.4	2	40.0
5-15	15	37.5	16	9.9	4	3.3	-	0.0	9	60.0	5	31.2	-	0.0	-	0.0
15-25	4	10.0	8	5.0	8	6.5	1	0.9	-	0.0	2	25.0	5	62.5	-	0.0
25-35	-	0.0	3	1.9	2	1.6	5	4.5	-	0.0	-	0.0	-	0.0	3	60.0
35-45	-	0.0	3	1.9	2	1.6	9	8.0	-	0.0	-	0.0	-	0.0	3	33.3
45-55	-	0.0	2	1.2	-	0.0	13	11.6	-	0.0	1	50.0	-	0.0	6	46.2
55-65	-	0.0	1	0.6	1	0.8	29	25.9	-	0.0	-	0.0	-	0.0	13	44.8
65-75	-	0.0	-	0.0	1	0.8	11	9.8	-	0.0	-	0.0	-	0.0	5	45.4
75-85	-	0.0	2	1.2	-	0.0	8	7.1	-	0.0	-	0.0	-	0.0	3	37.5
Всего....	40	100.0	161	100.0	123	100.0	112	100.0	12	30.0	29	18.0	30	24.4	47	42.0

П р и м е ч а н и е: 1 - месторождение Лоухское озеро; 2 - Малиновая варака;

Число жил с добытыми и учтенными запасами мусковита								Добытые и учтенные запасы мусковита по жилам данных простираний (в % от общего количества запасов по месторождению)														
с небольшими запасами				с крупными запасами																		
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Всего										
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.02	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.04	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.03	
-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	23.2	5.4	
-	-	4	-	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	20.3	0.1	1.8
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.08
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	1.0	0.7
-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.4	0.5	1.4
1	9	6	-	-	6	4	-	0.7	76.6	40.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.4	-	25.4
2	4	2	2	2	2	-	2	17.6	12.4	8.8	20.1	-	-	-	-	-	-	-	-	8.8	20.1	15.9
7	3	-	-	6	1	-	-	81.7	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.9
-	1	3	-	-	-	1	-	-	1.6	15.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.5	-	1.8
-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	6.1	6.1	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1	6.1	1.4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	0.1
-	1	-	1	-	-	-	-	-	1.8	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	1.4	0.9
-	-	-	7	-	-	-	5	-	-	-	39.0	-	-	-	-	-	-	-	-	39.0	-	9.1
-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	8.6	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	-	2.0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	0.03
10	20	18	16	8	9	8	12	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0

3 - рудник Карельский; 4 - Тэдино.

ным для Срединной структурной зоны. В каждой из них отчетливо улавливаются элементы перекрестной складчатости как северо-восточного, так и северо-западного направлений.

Правильное решение вопроса о геологической структуре Беломорья и, в частности, Чупинско-Лоухского слюдоносного района имеет не только научное, но и большое практическое значение. В зависимости от этого решения совершенно различно будут оцениваться перспективы на мусковит, например, такого месторождения, как Хитоламина. В случае моноклиальной структуры мощная, насыщенная жилами пегматитоносная зона этого месторождения по падению должна пересекать продуктивные глиноземистые породы чупинской свиты и тогда перспективы месторождения на глубине весьма благоприятны. В случае синклинойной структуры района ожидать на глубине смены пород хитоламинской свиты породами чупинской свиты нет оснований и, следовательно, нет оснований давать благоприятный прогноз этому месторождению на глубине как мусковитовому. Точно так же обстоит дело и на ряде других месторождений. Поэтому однозначное решение вопроса о структуре беломорид является одной из важнейших задач дальнейшего геологического изучения Чупинско-Лоухского слюдоносного района.

В вопросе о разрывных нарушениях, с которыми связано возникновение трещин и последующее раскрытие их с образованием пегматитовмещающих полостей, также существует несколько точек зрения. Согласно одной из них, пегматитовые жилы Чупинско-Лоухского района залегают в виде отчетливых и регионально распространенных жильных зон северо-западного и других простираний. Эти жильные зоны являются залеченными пегматитом древними зонами разлома, наложенными на складчатые структуры, более молодыми, чем эти структуры, и не зависящими от них. Эта точка зрения наиболее последовательно и решительно была высказана А. В. Скропышевым [62-64].

Г. Г. Родионов [53, 54], Н. В. Горлов [16] и другие исследователи, наоборот, считают, что образование пегматитовмещающих полостей неразрывно связано со складкообразованием, а распространение пегматитовых жил контролируется определенными складчатыми структурами.

Ю. Е. Рыжк [7, 58, 60] полагает, что, хотя пегматитовмещающие полости возникали и после завершения складчатости, тем не менее именно складки „создавали определенную анизотропию механических свойств толщи” и таким образом предопределяли рисунок последующих разрывных нарушений и расположения пегматитовых жил. Учитывая дискуссионность этого вопроса, мы изучили распространенность и слюдоносность пегматитовых жил различных простираний на четырех главнейших месторождениях мусковита Карелии: Лоухское озеро, Малиновая варака, район рудника Карельского и Тэдино. При этом было изучено 436 пегматитовых жил, для которых были достоверно установлены их элементы залегания и имелись надежные данные о наличии или отсутствии в них ослюденения, соответствующего промышленным требованиям. Промышленная слюдоносность оценивалась по наличию в жиле слюды, запасы которой (как добытые, так и учтенные государственным балансом) соответствуют требованиям инструкции ГКЗ [27]. По принадлежности к тому или иному простиранию жилы разбивались на 18 групп, каждая из которых соответствовала сектору или румбу простираний, равному  $10^{\circ}$ . Фактический материал проведенной работы (табл. 3) говорит о том, что рисунок распространности пегматитовых жил различных простираний на каждом из месторождений отличается своими особенностями.

Для месторождения Лоухского озера выделяются два направления преобладающих простираний пегматитовых жил: 1) субмеридиональное северо-восточное, соответствующее главному направлению местной антиклинальной складки, и 2) северо-западное, соответствующее северо-западному направлению региональной складчатости.

Для месторождения Малиновая варака так же четко выделяются два преобладающих простирания пегматитовых жил: 1) субмеридиональное северо-западное, близко совпадающее с направлением оси местной антиклинальной складки, и 2) северо-западное, соответствующее направлению региональной складчатости.

В районе рудника Карельского преобладают три простирания пегматитовых жил: 1) субмеридиональное северо-западное, 2) северо-западное и 3) северо-восточное. Более сложный характер антиклинальной складки в этом

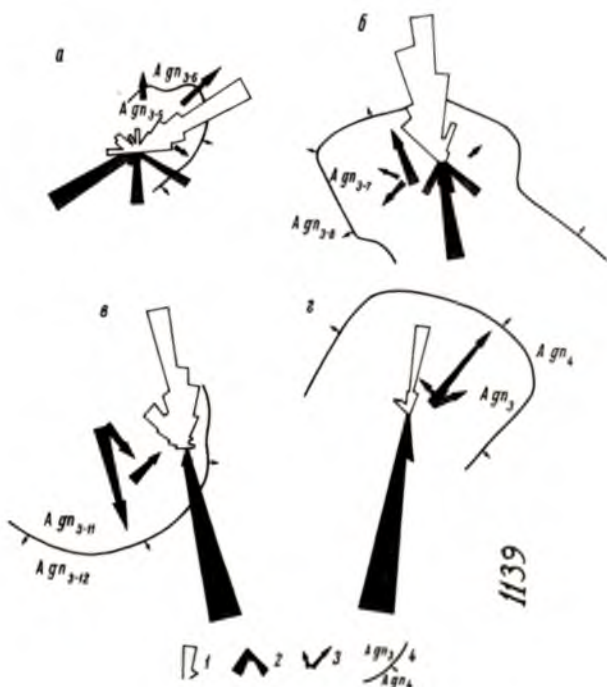


Рис. 5. Совмещенные схемы элементов складчатых структур и роз-диаграмм пегматитовых жил месторождений Тэдино (а), рудника Карельского (б), Малиновой вараки (в) и Лоухского озера (г).

1 - розы-диаграммы всех пегматитовых жил независимо от их слюдоносности; 2 - розы-диаграммы слюдоносности пегматитовых жил; 3 - шарниры складок и направление их погружения; 4 - границы литолого-стратиграфических горизонтов.

районе по сравнению с Лоухским озером и Малиновой вараккой нашел свое отражение и в большем числе преобладающих простираний жил.

На месторождении Тэдино резко преобладают жилы северо-восточных простираний, что хорошо согласуется с отчетливой северо-восточной ориентировкой слюдо-варакской антиклинали. Однако влияние регионального направления складчатости и более мелких складок субмеридионального направления сказалось в том, что на этом месторождении отчетливо выделяются еще два простирания пегматитовых жил - субмеридиональное и северо-западное.

Таким образом, на примере месторождений Лоухского озера, Малиновой вараки, района рудника Карельского и Тэдино устанавливается, что ориенти-

ровка 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 (рис. 5).

Слюдоносность пегматитовых жил прѳявляет еще более четкую приуроченность к некоторым секторам простираций, чем распространенность пегматитовых жил вообще. Это в особенности относится к жилам, представляющим существенный промышленный интерес, т.е. к жилам с крупными запасами кондиционного мусковита.

Т а б л и ц а 4

Месторождение	Число секторов простираций, в которых распространены пегматитовые жилы		
	независимо от их слюдоносности	только слюдоносные, но независимо от запасов слюды	слюдоносные, с крупными запасами слюды
Лоухское озеро	10	3	2
Малиновая варака	17	7	3
Рудник Карельский	16	6	4
Тэдино	16	15	5

Приведенные в табл. 4 данные говорят о том, что жилы с крупными запасами мусковита (на таких жилах добывается более 85% всей карельской слюды) простираются в определенных для каждого месторождения румбах, число которых ограничено и значительно меньше, чем для пегматитовых жил вообще. Это дает возможность рационально и обоснованно выбрать ориентировку разведочной сети, направленную на выявление именно таких, представляющих наибольший промышленный интерес слюдоносных жил.

В табл. 5 показано, каким месторождениям и каким геологическим блокам этих месторождений соответствуют те или иные секторы таких продуктивных простираций пегматитовых жил.

Забегая несколько вперед, следует заметить, что указанные в таблице секторы распространения наиболее ценных в промышленном отношении жил одновременно являются и секторами распространения жил, характеризующихся определенными текстурно-минералогическими особенностями, позволяющими выделить их в особые типы. Подробно они описываются в следующей главе.

Выявленные при анализе фактического материала особенности распространения и слюдоносности пегматитовых жил различных простираций сводятся к следующему.

1. Ориентировка преобладающих простираций всех пегматитовых жил какого-либо участка связана с ориентировкой элементов той складчатой структуры, которая на этом участке развита.

2. На рассмотренных месторождениях такими структурами являются антиклинальные складки северо-восточного простираения, осложнившие регио-

нальную моноклираль северо-западного направления и в свою очередь сложенные более мелкими складками субмеридиональных направлений.

3. При довольно большом разнообразии простираций всех пегматитовых жил (от 10 до 17 секторов) число благоприятных простираций, т.е. простираций, которые имеют только промышленно ценные слюдоносные жилы, ограничено (от 1 до 4 секторов).

4. Число простираций (от 3 до 15 секторов), которые имеют слюдоносные жилы независимо от количества запасов в них мусковита меньше, чем число секторов простираций жил с крупными запасами слюды.

Т а б л и ц а 5

Месторождение	Условный номер блока	Секторы (румбы) простираций												
		305-315	315-325	325-335	335-345	345-355	355-5	5-15	15-25	25-35	35-45	45-55	55-65	65-75
Лоухское озеро	1						x		x					
	2						x		x					
	3						x		x					
Малиновая ва-рака	1					x	x		x					
	2					x	x		x					
	3					x	x		x					
Рудник Карельский	1				x	x								
	2					x								
	3	x								x				
Тэдино	1						x							
	2	x												
	3											x	x	

Эти особенности, нам кажется, позволяют предполагать, что: а) возникновение пегматитовмещающих полостей происходило во время складкообразования, а не по окончании его; б) повторные раскрытия заполненных пегматитом полостей носили импульсивный и постепенно затухающий характер. Наибольшая длительность тектонической жизни наблюдается у пегматитовмещающих полостей преобладающих направлений, что документируется приуроченностью к этим направлениям распространенности наиболее ценных в промышленном отношении слюдоносных жил. Очевидно, что формирование слюдоносных жил могло происходить только в идентичных термодинамических условиях, независимо от того, как ориентированы такие жилы, а следовательно, и как ориентированы складки, обусловившие ориентировку этих жил. Идентичность же термодинамических условий трудно предположить, если исходить из того, что складки двух направлений формировались в два этапа складкообразования.

Поэтому нам представляется, что формирование главной (региональной) и второстепенной (местной) складчатости происходило в течение одного этапа складкообразования.

Главное предположение, к которому мы приходим в результате анализа картины распространенности и слюдоносности пегматитовых жил различных простираний и сопоставления ее с особенностями складчатых структур некоторых месторождений слюды, сводится к тому, что возникновение и раскрытие дорудных пегматитовмещающих полостей (дорудных – в смысле домусковитовых) происходило одновременно со складчатостью нескольких, но преимущественно двух – северо-западного и северо-восточного – направлений в период максимальной активности ее. Это проявляется в повсеместном (в пределах антиклинальных структур месторождений) распространении пегматитовых жил различных простираний, различного минерального и текстурного облика и различной промышленной ценности при преобладании жил небольшого числа простираний (иногда одного-двух), образующих четко выраженные пегматитоносные зоны (Лоухское озеро, Малиновая варака, Перти-варака, Восточно-Хитогорский участок рудника Карельского) или поля (поле жил северо-восточных простираний на месторождении Тэдино).

Повторные раскрытия пегматитовмещающих полостей, обусловившие поступление в них растворов, способствующих структурно-текстурному преобразованию жильной породы в дифференцированный пегматит и образованию мусковита (и ряда других минералов), происходили в период затухания складчатых движений при постепенном уменьшении числа активных направлений и носили импульсивный характер. Наиболее продолжительной тектонической активностью была в направлениях, преобладавших в предшествующий период и соответствовавших преобладающим направлениям простираний пегматитовых жил, локализованных в пегматитоносные зоны или поля. Это проявляется в том, что только среди жил таких направлений сосредоточены жилы наиболее слюдоносные и определяющие собой промышленное значение того или другого месторождения или геологического блока.

Так как слюдоносные жилы благоприятных простираний, во-первых, образуют зоны или поля, а во-вторых, залегают только в продуктивных породах, то сочетание этих двух признаков и возможность с их помощью пространственно оконтурить (границами пегматитоносной зоны, подошвой и кровлей горизонта продуктивных пород) определенный блок и составляют принципиальную основу излагаемого ниже зонно-блокового метода разведки и подсчета запасов месторождений мусковита – разведки именно таких блоков с учетом присущих им геолого-промышленных особенностей, а не разведки отдельных пегматитовых жил.

### Глава III

#### СТРУКТУРНО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕКСТУРНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СЛЮДОНОСНОСТИ ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛ

За несколько десятилетий геологического изучения Чупинско-Лоухского района для пегматитов, распространенных на его территории, было предложено большое число различных классификаций. Рассматриваемые нами пегматиты, залегающие в продуктивных породах чупинской свиты, относятся к „чупинскому“ типу классификации, предложенной П. П. Боровиковым [12], и подразделяются на несколько типов по структурно-минералогическим и текстурным признакам.



Исходя из задач настоящей работы нужно, чтобы принятая в ней классификация была бы основана на геологическом изучении пегматитовых жил как объемных тел, т.е. давала бы возможность сравнивать жилы между собой по внутреннему строению их в пространстве, а не по отдельным случайным сечениям. Кроме того, нужно, чтобы подразделения такой классификации количественно увязывались с показателями ослюденения пегматитовых жил также в целом, а не в отдельных сечениях. Этим условиям отвечает структурно-минералогическая классификация, предложенная и в ряде работ подробно описанная Л. Л. Гродницким [21, 22].

Авторами собраны и проанализированы данные, касающиеся слюдоносности жил по типам, выделенным в этой классификации, и установлено, что для каждого из них существуют достаточно устойчивые как показатели ослюденения, так и коэффициенты изменчивости последних.

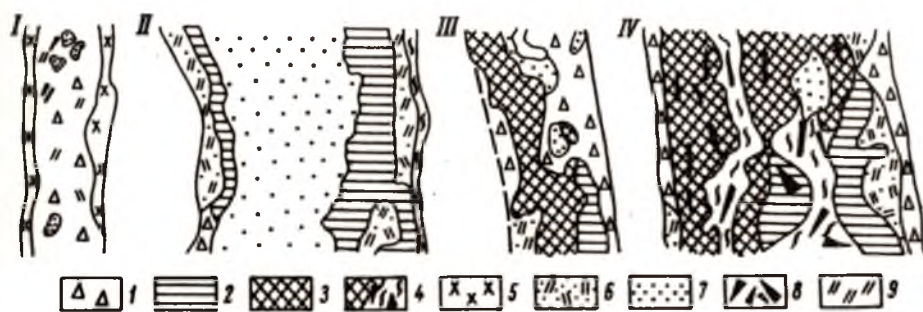


Рис. 6. Фрагменты типовых сечений пегматитовых жил месторождения Малиновая варака I (жила 64), II (жила 152), III (жила 154) и IV типов (жила 11-39).

1 - плагиоклазовый пегматит неяснографической структуры (типоморфный структурно-минеральный комплекс „а<sup>а</sup>“); 2 - плагиоклазовый пегматит пегматоидной структуры и блоковый плагиоклаз (типоморфный структурно-минеральный комплекс „б<sup>б</sup>“); 3 - блоковый микроклин и микроклиновый пегматит пегматоидной структуры (типоморфный структурно-минеральный комплекс „в<sup>в</sup>“); 4 - микроклиновый пегматит графической и „блоково-графической“ структуры с лейстовым биотитом (типоморфный структурно-минеральный комплекс „г<sup>г</sup>“); 5 - плагиоклазовый пегматит ортотектитовой структуры; 6 - кварц-мусковитовый комплекс; 7 - кварц; 8 - кристаллы биотита; 9 - кристаллы мусковита.

Приводим краткую характеристику пегматитовых жил „чупинской“ фациальной группы по типам структурно-минералогической классификации Л. Л. Гродницкого.

Пегматитовые жилы I типа содержат в своем составе лишь один из типоморфных структурно-минеральных комплексов - комплекс „а<sup>а</sup>“ - плагиоклазовый среднезернистый пегматит неяснографической структуры с таблитчатым биотитом. Это обстоятельство является главным показателем классификационной принадлежности жил данного типа (рис. 6, 1).

Плагиоклазовый пегматит неяснографической структуры выполняет большую часть объема жильного тела, развиваясь во всех участках жилы по простиранию и мощности. Помимо породы, сложенной типоморфным комплексом „а<sup>а</sup>“, и на фоне ее в форме отдельных небольших участков и гнезд могут быть развиты прочие структурно-минералогические комплексы: плагиоклазовый мелкозернистый (0,5-2 см) пегматит ортотектитовой структуры с чешуйчатым биотитом, плагиоклазовый среднезернистый пегматит апографической

структуры, мелкокристаллический кварц-мусковитовый комплекс. Иногда также присутствуют мелкие выделения блокового кварца и отдельные блоки плагиоклаза.

Микроклин для жил рассматриваемого типа совершенно не характерен и встречается в единичных жилах в виде отдельных мелких зерен порфиробластического облика среди плагиоклазового пегматита неяснографической структуры.

В целом жилы I типа могут быть охарактеризованы как плагиоклазовые азональные.

В вертикальном разрезе, по имеющимся данным, жилы рассматриваемого типа существенных изменений в составе и строении не обнаруживают. Лишь для наиболее мощных, обычно средних по высоте горизонтов жил характерно появление (или увеличение размеров) отдельных участков плагиоклазового крупнозернистого пегматита пегматоидной структуры с крупнокристаллическим или листоватым биотитом, а также отдельных небольших блоков кварца.

Описанные черты внутреннего строения и состава являются наиболее общими и характерными для большинства представителей рассматриваемого типа жил. Однако некоторые жилы обладают определенными особенностями, несвойственными типу в целом. В некоторых случаях, например, можно наблюдать достаточно широкое развитие плагиоклазового пегматита апографической структуры, образующего неправильной формы участки, главным образом в пределах средних частей и центральных зон жил. Здесь же могут присутствовать необычно крупные (для жил этого типа) блоки плагиоклаза (до 15-20 см) и их агрегаты. Иногда, напротив, широкое развитие приобретает мелкозернистый пегматит ортотектитовой и порфиробластической структур, слагающий в таких случаях значительные по мощности (до 20 см) приальбандовые зоны и преобладающий в областях выклинивания жил и в пережимах.

Характерную черту своеобразия некоторых жил составляют „языки“ молочно-белого блокового кварца, располагающиеся обычно внутри пегматитового тела под острым углом к простиранию контактов и часто залегающие в плане согласно с простиранием вмещающих пород. Границы этих „языков“ с пегматитом извилистые, но совершенно четкие, без следов какого-либо изменения пегматита вдоль границ.

Несколько забегая вперед, следует сказать, что по характеру ограниченных эти выделения блокового кварца резко отличаются от типичных кварцевых осей и блоков, широко развитых в зональных жилах (II и III типа). В последних блоковый кварц граничит всегда не с мелко- и среднезернистым, а с крупнозернистым и блоковым пегматитом, причем их граница носит чаще всего не извилистый, а ломаный характер, определяемый гранями идиоморфных кристаллов полевых шпатов. В жилах I типа, напротив, мелко- и среднезернистый пегматит граничит с блоковым кварцем, а вдоль их границы никакого укрупнения и идиоморфизма зерен плагиоклаза не наблюдается.

Пегматиты I типа представляют собой секущие, глазным образом линзовидные, реже - плитообразные, штокообразные или ветвящиеся тела относительно небольших размеров с четкими контактами. Ориентировка и расположение рассматриваемых жил относительно пегматитов других типов в каждом случае определяется структурными особенностями месторождений.

Описанные жилы пользуются широким развитием на всех главных месторождениях района, составляя значительную часть всех известных пегматитов. Все жилы неблагоприятных простираний являются жилами этого типа.

Представителями жил I типа являются жилы 4, 17, 18, 19, 56, 57, 89, 90, 91, 93, 96, 99, 101, 103, 106, 113, 117, 119, 152 месторождения Тэдино; жилы 3, 12, 22, 36, 37, 51а, 56, 59, 64, 64а, 89, 124 месторождения Малиновая варака; жилы 10-50, 12-50, 5-39, 5а-47, 13-47, 6-47, 7-47, 10-47, 11-47 и 19-47 района рудника Карельского; жилы 35, 36 и аналогичные им месторождения Лоухского озера. Подавляющее большинство этих жил непромышленные

вследствие низкого содержания и мелких размеров мусковита. Средние содержания по жилам первого типа обычно характеризуются первыми единицами килограммов на кубометр жильной массы при балансовых показателях также ниже  $10 \text{ кг} \cdot \text{см}^2 / \text{м}^3$ . Количество слюды, добытой за все время эксплуатации четырех перечисленных выше месторождений в результате отработки жил I типа, составляет всего 23 т. Поэтому в целом жилы первого типа не могут рассматриваться в качестве промышленно-слюдоносных и по совокупности присущих им структурно-минералогических особенностей из подсчета запасов по тому или другому геологическому блоку месторождений должны исключаться.

Отметим, что эти структурно-минералогические особенности надежно устанавливаются при геологической документации пегматитового керна.

В составе пегматитовых жил II типа принимают участие два из четырех типоморфных структурно-минеральных комплексов (рис. 6, II): комплекс „а” — плагиоклазовый среднезернистый пегматит неяснографической структуры с таблитчатым биотитом и комплекс „б” — плагиоклазовый крупнозернистый пегматит пегматоидной (и блоковой) структур с крупнокристаллическим мусковитом.

Помимо типоморфных комплексов, составляющих большую часть объема жил и определяющих в главных чертах состав и внутреннее строение жил II типа, в пределах последних могут быть развиты также следующие структурно-минеральные комплексы: плагиоклазовый мелкозернистый пегматит ортотектитовой структуры с чешуйчатым биотитом, плагиоклазовый среднезернистый пегматит апографической и петельчатой структур, кварц-мусковитовый комплекс, блоковый кварц и значительно реже — плагиоклазовый пегматит графической структуры.

Микроклин и микроклиновый пегматит в жилах II типа как порообразующий минерал неизвестен и зафиксирован лишь в отдельных жилах в форме небольших изолированных блоков и их агрегатов либо в виде мелких зерен и агрегатов неправильной лапчатой, ветвистой формы, развивающихся по плагиоклазу и вдоль границ кристаллов последнего.

Пространственное расположение структурно-минеральных комплексов внутри пегматитовых тел таково, что подавляющее большинство рассматриваемых пегматитов обладает в плане хорошо выраженной симметрично-зональной текстурой.

С учетом главных признаков состава и строения жилы II типа могут быть описаны как плагиоклазовые зональные. Наиболее типичная схема внутреннего строения, характерная для подавляющего большинства жил и обусловленная последовательной сменой концентрически-зонально расположенных (в плане) структурно-минеральных комплексов имеет следующий вид (от зальбанда):

а) маломощная (1–2 см) прерывистая оторочка мелкозернистого пегматита ортотектитовой и аллитовидной структур с чешуйчатым биотитом (присутствует не всегда);

б) боковая зона, сложенная среднезернистым пегматитом неяснографической структуры с участками пегматита апографической и петельчатой структур, гнездами кварц-мусковитового комплекса; в некоторых жилах, где пегматит апографической структуры или кварц-мусковитовый комплекс представлены особенно широко, эти минеральные ассоциации могут выполнять большую часть зоны;

в) промежуточная зона крупнозернистого пегматита пегматоидной и блоковой структур с крупнокристаллическим „пегматоидным” мусковитом; в пределах этой зоны на фоне пегматита пегматоидной структуры могут быть развиты участки пегматита апографической и петельчатой структур, а также крупные неправильной формы гнезда кварц-мусковитового комплекса;

г) центральная (сплошная или прерывистая) зона (ось) блокового кварца.

Из минеральных ассоциаций, не имеющих типоморфной роли, в жилах II типа особенно широко распространены кварц-мусковитовый комплекс и пегматит апографической и петельчатой структур. Кварц-мусковитовый комплекс, как видно из характеристики состава текстурных зон, может быть развит, исключая кварцевую ось, во всех зонах. В крупных жилах им образованы многочисленные крупные неправильной формы гнезда, развивающиеся по плагиоклазу всех ассоциаций. Очень часто серии таких гнезд вытянуты согласно простиранию тел и создают прерывистые, но ясно выраженные зоны по контактам тел и по внешней границе зоны пегматита пегматоидной структуры. Иногда, развиваясь во внутренней части этой зоны, кварц-мусковитовый комплекс непосредственно граничит с блоковым кварцем. В центральных и особенно нижних частях наиболее крупных жил, залегающих в полосчатых дистено-гранато-биотитовых гнейсах, развитие кварц-мусковитового комплекса достигает такой степени, что он слагает большую часть боковой и промежуточной зон тела, тогда как блоковый плагиоклаз представлен здесь реликтовыми фрагментами кристаллов, сохраняющими идиоморфные очертания лишь на незначительных отрезках границы с зоной блокового кварца.

Важная черта жил II типа заключается в весьма ограниченном развитии биотита, присутствующего лишь в редких мелких таблитчатых кристаллах в боковой зоне пегматита неяснографической структуры. Биотит более поздней генерации также весьма редок и связан с хорошо выраженными трещинами, пересекающими все зоны пегматита, включая блоковый кварц (жила 141 Малиновой вараки). Этот биотит образует чаще всего крупные уплощенные интенсивно деформированные кристаллы, сростающиеся с мусковитом и сульфидами.

Мусковит в описываемом типе жил представлен несколькими разновидностями, отличающимися ассоциациями, морфологией, размером кристаллов, набором и концентрацией входящих в их состав микроэлементов. В промышленном отношении важны две разновидности: первая – крупные и гигантские (в крупных жилах) кристаллы, тесно связанные с пегматитом пегматоидной структуры и особенно с границей промежуточных и центральных зон („пегматоидный” мусковит), и вторая – мусковит кварц-мусковитового комплекса.

Из второстепенных минералов особенно широко развиты апатит, пирит, пирротин, гранат, реже – турмалин, карбуран.

В вертикальном разрезе пегматиты II типа обнаруживают хорошо выраженную асимметричную зональность.

Количественно преобладающим структурно-минеральным комплексом верхних горизонтов является пегматит неяснографической структуры с таблитчатым биотитом. Эта ассоциация в пределах отдельных участков или зон неправильной формы сменяется пегматитом апографической структуры без биотита. Кварц-мусковитовый комплекс мелкозернистый и представлен иногда многочисленными, но всегда малых размеров овальными и неправильными гнездами.

В крупных жилах на верхних горизонтах обычны агрегаты мелких блоков плагиоклаза, а также мелкие кварцевые блоки, окруженные венцеобразными зонками идиоморфного плагиоклаза. Здесь же, как правило, располагаются немногочисленные кристаллы „пегматоидного” мусковита крупных размеров, а также крупные идиоморфные кристаллы апатита.

Средний, „ядерный”, горизонт жил здесь не описывается, поскольку характеристика типа в целом дана на основе наблюдений в пределах этого горизонта.

При переходе от среднего горизонта к нижнему кварцевое ядро, так же как и при движении вверх, постепенно выклинивается, повторяя в общем форму жильного тела. Две боковые зоны пегматита неяснографической структуры и две промежуточные зоны блокового плагиоклаза симметрично по парам за-

мыкаются сверху и снизу от „ядра“, образуя, таким образом, трехчленную концентрически зональную фигуру. Однако при детальном картировании отчетливо устанавливаются существенные различия в составе и структуре пегматита одноименных зон на всех трех горизонтах. Резко меняется в вертикальном разрезе жил количество кварц-мусковитового комплекса, незначительно развитого в верхах, широко проявляющегося на среднем горизонте и особенно усиливающегося к „подъядерной“ части жил, где он, развиваясь по пегматиту пегматоидной и неяснографической структур, выполняет значительную, а иногда и большую часть объема тела. Области нижнего выклинивания жил почти нацело выполнены кварц-мусковитовым комплексом либо агрегатом кристаллов мусковита (жилы 13 Тэдино, 132 Малиновой вараки, 8 Дальних Топорных варак). Такие явления для апикальных частей жил нигде не отмечены. Наряду с этим меняются и морфологические особенности кристаллов мусковита: на среднем горизонте и непосредственно в „подъядерной“ части мусковит представлен наиболее крупными, частыми и плотными кристаллами; в пределах верхнего горизонта мусковит также хорошего качества, но кристаллы его мелки; для корневых частей характерна высокая степень механических деформаций пластин мусковита и многочисленных включений рудных минералов (сульфиды железа, магнетит). Таким образом, количество промышленного мусковита поступательно возрастает от апикальных горизонтов жил к „подъядерным“, а затем падает при переходе от „подъядерных“ областей к корневым.

В отличие от мусковита наибольшее количество биотита наблюдается в апикальных и „подъядерных“ горизонтах, тогда как средние и нижние горизонты биотита почти лишены.

Суммируя сказанное о вертикальной зональности жил II типа, можно констатировать, что типоморфный структурно-минеральный комплекс „а“ выполняет в жильной полости пространство, соответствующее боковым зонам дифференцированных частей жилы и почти нацело слагает апикальную область по всей длине в плане. В такую „оправу“, „футляр“ из плаггиоклазового пегматита неяснографической структуры оказывается как бы вставленной снизу объемная фигура, составленная из пегматита пегматоидной структуры с кварцевой осью внутри. Причем в целом текстурный рисунок не замкнут снизу, так как в корневых и прикорневых частях развивается кварц-мусковитовый комплекс или агрегат крупных кристаллов мусковита с неправильной, реликтовой, формы зернами грязно-зеленого и грязно-серого цвета плаггиоклаза.

Таким образом, жилы II типа в вертикальном разрезе характеризуются ясно выраженной асимметричной зональностью состава и строения пегматита и столь же определенной зональностью промышленного ослюдения.

Касаясь структурно-морфологических особенностей жил II типа, следует сказать, что все основные представители его являются секущими по отношению к сланцеватости и полосчатости вмещающих пород, обладают линзовидной, реже – плитообразной и ветвящейся формой с четкими интрузивными контактами. Размеры жил в среднем относительно невелики: от 50–60 до 150 м по простиранию, от 1.5–2 до 5–6 м по мощности. Ориентировка жил II типа соответствует ориентировке промышленно-слюдоносных жил, присущей тому или другому месторождению или блоку.

Жилы II типа достаточно широко развиты в пределах площадей изученных месторождений и представляют значительный промышленный интерес. Средние пожильные содержания, характерные для жил этого типа, колеблются в пределах 20–80 кг/м<sup>3</sup>, в отдельных случаях падая до 10 и достигая 160 кг/м<sup>3</sup>. Балансовые показатели в среднем по жилам II типа в несколько, иногда в десятки раз выше установленного кондициями минимума и лишь по мелким жильным телам незначительно превышают его. Представителями жил этого типа являются жилы 25, 11, 13, 26, 31, 33, 54, 94, 99а, 100, 102, 109 и другие месторождения Тэдино, жилы 1, 2–5, 10, 92, 132, 141, 147, 152

месторождения Малиновая варака, жилы 2-50, 8, 3-39 и „слепая“ района рудника Карельского и многие жилы к северу от Лоухского озера.

Структурно-минералогические и текстурные особенности этих жил хорошо фиксируются при буровой разведке, что позволяет определять объемы пегматита таких жильных тел и с учетом типичных для них средних содержаний устанавливать их долю в суммарных запасах мусковита по тому или другому геологическому блоку разведываемого месторождения.

Пегматиты III типа включают три из четырех типоморфных структурно-минеральных комплекса (рис. 6, III): комплекс „а“ – плагиоклазовый среднезернистый пегматит неяснографической структуры с табличатым биотитом; комплекс „б“ – плагиоклазовый крупнозернистый пегматит пегматоидной (в частности, блоковой) структуры с крупнокристаллическим мусковитом; комплекс „в“ – микроклиновый крупнозернистый пегматит пегматоидной (и, в частности, блоковой) структуры.

Совместно с типоморфными комплексами в рассматриваемых жилах могут быть широко представлены и другие минеральные ассоциации: плагиоклазовый пегматит апографической и петельчатой структур, кварц-мусковитовый комплекс, блоковый кварц; значительно реже и в ограниченных количествах присутствуют микроклиновый пегматит апографической и петельчатой структур, плагиоклазовый и микроклиновый пегматит графической структуры.

Распределение типоморфных и некоторых других комплексов в плане жил III типа подчиняется ясной концентрической зональности.

Таким образом, по признакам состава полевых шпатов и текстуры жилы III типа описываются как микроклин-плагиоклазовые и существенно плагиоклазовые зональные. По многим ведущим признакам: набору второстепенных структурно-минеральных комплексов, характеру структурной и минеральной горизонтальной зональности, количественному и возрастному соотношению минеральных ассоциаций, разновидностям и генерациям слюд, набору аксессуарных минералов – описываемые жилы весьма близки жилам II типа. Однако ряд принципиальных черт различия делает необходимым выделение их в самостоятельную единицу.

Отличие жил III типа от жил II типа сводится к следующему.

1. В жилах III типа помимо двух типоморфных комплексов „а“ и „б“ присутствует третий комплекс – комплекс „в“ – микроклиновый пегматит пегматоидной структуры. Это отличие является главным и принципиальным как в практическом, так и в генетическом отношении.

Микроклин в рассматриваемых жилах образует либо серии отдельных блоков и участков пегматоидной структуры в пределах промежуточных зон, либо выдержанные зоны пегматоидной и блоковой структуры в центральных и промежуточных областях жил. В части блоков микроклина развиваются кварцевые вроски, благодаря чему на фоне пегматита блоковой структуры могут быть выделены неправильной формы участки апографической и петельчатой структур.

2. Многие важные особенности пегматита, свойственные жилам II типа, получают в жилах III типа наибольшее развитие: дифференциация материала достигает особенного совершенства, возрастают мощности блоковых зон, шире развит кварц-мусковитовый комплекс, увеличиваются, часто до гигантских, размеры кристаллических индивидов полевых шпатов, мусковита и некоторых второстепенных минералов, обогащается и усиливается аксессуарная минерализация.

3. Пегматиты III типа обладают значительно большими размерами и большим слюдонасыщением.

4. Морфологически жилы III типа сложнее жил II типа: довольно широко, например, распространены ветвящиеся, четковидные тела с многочисленными апофизами и раздувами.

Вертикальная зональность жил III типа во многих чертах повторяет описанную для жил II типа. Своеобразие их связано с характером распределения микроклина.

Детальное погоризонтное картирование и сопоставление данных различных горизонтов на основе блок-диаграмм позволили установить расположение микроклинового пегматита в форме колпака, как бы глубоко насаженного на верхнее выклинивание кварцевой зоны. Таким образом, в надъядерных горизонтах микроклиновый пегматит образует центральную зону жил, тогда как на горизонтах, соответствующих верхней половине кварцевой оси, микроклин занимает положение вдоль границы блокового кварца и промежуточной зоны блокового плагиоклаза, а также развивается в пределах самой промежуточной зоны, в тесной связи с плагиоклазовым пегматитом пегматоидной структуры.

В качестве общей черты вертикальной зональности жил II и III типов нужно указать на постоянно наблюдаемое явление обильной мусковитизации и „резорбции“ гнейсов близ корневых частей тел, где гнейсы часто превращены в крупночешуйчатый биотит-мусковитовый слюдит, содержащий значительное количество кварца, мелкие кристаллы апатита и реже - ортита.

Собственно нижнее выклинивание жил III типа наблюдалось на целом ряде объектов (жилы 27 и 164 Тэдино, жилы 9а и 66 Перти-вараки, жила 154 Малиновой вараки), где оно представлено кварц-мусковитовым комплексом или агрегатом перемятого мусковита с мелкими реликтовыми зернами грязно-зеленого, серо-зеленого или темно-серого плагиоклаза.

С точки зрения пространственного размещения типоморфных комплексов в вертикальном разрезе жилы III и II типов весьма близки. Разница состоит в том, что в „оправу“, „футляр“, образованный плагиоклазовым пегматитом неяснографической структуры (комплекс „а“), в жилах III типа оказывается как бы вложенной объемная фигура, составленная в верхней части микроклиновым пегматитом пегматоидной структуры (комплекс „в“), а в нижней - плагиоклазовым пегматитом той же структуры (комплекс „б“). В самом центре, как и в жилах II типа, располагается кварцевая ось. „Оправа“ снизу остается „незамкнутой“ вследствие развития в корневых частях кварц-мусковитового комплекса либо сплошного агрегата кристаллов мусковита.

Все жилы III типа являются секущими относительно элементов залегания гнейсов и обладают четкими контактами. Жилы этого типа, самые ценные в промышленном отношении, обладают наиболее четкой приуроченностью к определенным простираниям при максимальной ограниченности последних.

Представителями жил III типа являются жилы 7, 7а, 27, 28, 32 и 164 месторождения Тэдино; жилы 4, 4а, 17, 51 и 154 месторождения Малиновая варака; жилы 3-50, 9а, 62, 66, 14а-48 и 17а-56 района рудника Карельского; жила 33 месторождения Лоухское озеро. Они характеризуются средними по жильным содержаниями 50-100 кг/м<sup>3</sup>, которые лишь в единичных случаях оказываются меньшими. В отдельных случаях известны также и более высокие содержания. Балансовые показатели по жилам III типа достигают очень высоких значений и в среднем по жиле никогда не бывают ниже установленного минимума. Это наиболее крупные и по размерам, и по количеству мусковита жильные тела.

Особенности их структуры, минерального состава и текстуры безошибочно фиксируются при геологической документации керна, что позволяет с достаточной надежностью устанавливать по данным буровой разведки долю объема пегматита жил III типа в суммарном объеме слюдоносного пегматита, так же как и их долю в суммарных запасах слюды в разведываемом геологическом блоке месторождения.

Пегматиты IV типа содержат в своем составе все четыре типоморфных структурно-минеральных комплекса (рис. 6, IV): комплекс „а“ - плагиоклазовый среднезернистый пегматит неяснографической структуры с таблитчатым биотитом; комплекс „б“ - плагиоклазовый крупнозернистый пегматит пегма-

тоидной (и блоковой) структуры с крупнокристаллическим мусковитом; комплекс „в” – микроклиновый крупнозернистый пегматит пегматоидной (и блоковой) структуры; комплекс „г” – микроклиновый крупнозернистый пегматит блоково-грубографической структуры с широколистоватым и лейстовым биотитом.

Наряду с типоморфными комплексами в жилах 1У типа могут быть развиты другие ассоциации: плагиоклазовый пегматит апографической и петельчатой структур, микроклиновый пегматит тех же структур, кварц-мусковитовый комплекс, блоковый кварц. В ограниченных количествах и лишь в некоторых жилах представлены плагиоклазовый мелкозернистый пегматит ортотектитовой структуры, микроклин-плагиоклазовый мелкозернистый пегматит порфиробластической структуры, микроклиновый крупнозернистый пегматит графической структуры.

Типоморфные структурно-минеральные комплексы и другие минеральные ассоциации в жилах 1У типа находятся в весьма сложных пространственных взаимоотношениях, что определяет участково-зональный характер текстуры этих жил. Можно видеть, что важнейшим отличием жил 1У типа является участие в их составе типоморфного комплекса „г”, неизвестного ни в одной из жил других типов.

Другие весьма важные отличия рассматриваемых жил обусловлены относительно более широким развитием микроклинового пегматита, участково-зональным характером дифференциации структурно-минеральных комплексов. Промышленная позиция жил 1У типа среди слюдяных жил также вполне своеобразна, о чем будет сказано ниже.

С учетом признаков состава полевых шпатов и текстурных особенностей жилы 1У типа описываются как микроклин-плагиоклазовые участково-зональные.

Схема минеральной и структурной горизонтальной зональности жил описываемого типа может быть дана в следующем виде.

1. Призальбандовая прерывистая оторочка плагиоклазового мелкозернистого пегматита ортотектитовой и порфиробластической структур, иногда с редкими порфиробластами микроклина (присутствует не всегда).

2. Боковая зона плагиоклазового пегматита неяснографической и апографической структур с участками микроклинового пегматита тех же структур, мелкими гнездами кварц-мусковитового комплекса и многочисленными таблитчатыми, реже – листоватыми кристаллами биотита. Иногда в силу широкого развития пегматита внутренних зон боковая зона может быть мало-мощной (10–15 см), а на отдельных участках прерывается.

3. Промежуточная зона микроклин-плагиоклазового пегматита пегматоидной и апографической структур. Эта зона наиболее сложна по составу и строению. Фон зоны составляет пегматит пегматоидной и апографической структур, содержащий участки микроклинового пегматита графической, грубографической, петельчатой структур, а также блоки обоих полевых шпатов и небольшие гнезда кварц-мусковитового комплекса. Очень часто структурное расчленение зоны представляет большие трудности вследствие тесного соседства участков, сложенных различными структурно-минеральными комплексами, и постепенных переходов между ними. Особенно сложно отделить участки блокового пегматита от прочих, поскольку наиболее частым структурным сочетанием здесь является блоковый микроклин, проросший ихтиоглиптами кварца, которые создали в пределах одного блока несколько разобренных мелких участков апографической, петельчатой, грубографической и графической структур. Наиболее удачно в таких случаях двойное обозначение соответствующих участков на зарисовке – одновременно значками двух разных структурных видов. Это обстоятельство находит свое отражение и в названии структур, которые можно называть блоково-апографическими, блоково-графическими, блоково-петельчатыми. Характерной чертой зоны является



обилие крупных и гигантских листов и лейст биотита. Мощность зоны непостоянна, границы ее извилисты и нечетки.

4. Центральная зона блокового и блоково-грубографического микроклинового пегматита, представленная чередованием по простиранию тела участков, сложенных агрегатом блоков микроклина, которые содержат в подчиненном количестве блоковый плагиоклаз, и блоков светло-серого кварца, вытянута по длинной оси жилы. Границы блоков полевых шпатов с кварцем, если вдоль этих границ не развивается кварц-мусковитовый комплекс, образованы гранями индивидов полевого шпата. Блоки кварца чаще всего невелики по размерам и лишь в редких жилах соединяются в общее ядро (ось). Блоки полевых шпатов в центральной зоне относительно чисты, свободны от кристаллов биотита. Кварц-мусковитовый комплекс также здесь развит в меньшем количестве, чем в тех зонах, где более распространен плагиоклазовый пегматит.

Таким образом, минеральная и структурная дифференциация материала в жилах IV типа значительно менее совершенна, чем в жилах II и III типов, а пространственные взаимоотношения структурно-минеральных комплексов наиболее сложны. Вследствие этого проведение границ между текстурными зонами в большей мере условно.

Мусковит в жилах IV типа распределяется между теми же разновидностями, что и в ранее описанных жилах, однако приобретает здесь ряд характерных черт. Главные из них: а) малое количество кристаллов крупных размеров как в связи с блоковым плагиоклазом, так и в кварц-мусковитовом комплексе, б) относительно низкое качество мусковита вследствие широко развитых сростаний с биотитом, трещиноватости и перемятости кристаллов, включений рудных минералов, в) бедность ослюденения в количественном отношении.

Второстепенные и аксессуарные минералы: апатит, гранат, пирит, пирротин, карбунан - развиты здесь в меньшей степени, чем в жилах II и III типов.

Вертикальная зональность рассматриваемых жил изучена по причине их относительно слабого вскрытия горными выработками (невысокая промышленная ценность и крупные размеры) еще недостаточно. В качестве примеров могут быть упомянуты жилы 7 Хито-вараки и 11-39 Малиновой вараки,

Судя по имеющимся данным, верхние горизонты жил этого типа близки по своим петрографическим признакам жилам I типа, лишь с более широким развитием участков пегматита пегматоидной структуры.

Состав и строение нижележащих горизонтов у разных жил различны. Устанавливаются две разновидности жил IV типа, различающиеся характером вертикальной зональности.

Жилы, пространственно связанные с плагиоклазовыми полосчатыми дистено-гранато-биотитовыми и гранато-биотитовыми гнейсами, обладают в разрезе наиболее четко выраженной зональной текстурой (жила 7 Хито-вараки).

Ниже апикальной недифференцированной части жилы располагается горизонт (отвечающий обычно раздуву мощности жилы), состав и строение которого описаны при характеристике типа в целом.

Непосредственно ниже с исчезновением листоватого и лейстового биотита, с общим уменьшением количества микроклина и локализацией его в промежуточной зоне, исчезновением микроклинового пегматита блоково-грубографических структур, появлением выдержанной кварцевой оси, увеличением количества мусковита обеих разновидностей жила приобретает все черты пегматитов III типа. По высоте эта область отвечает верхней половине кварцевой оси.

Еще далее вниз микроклин вовсе исчезает, и вплоть до нижнего выклинивания кварцевой оси облик жилы аналогичен жилам II типа.

Нижнее выклинивание описываемых жил представлено мелкокристаллическим кварц-мусковитовым комплексом или агрегатом мелких кристаллов мусковита. Гнейсы близ нижнего выклинивания превращены в мусковит-биотитовый слюдит.

Существенно иначе выглядят в вертикальном разрезе жилы IY типа, залегающие в пачках переслаивания мелкозернистых массивных, неяснополосчатых или порфиробластических гранато-биотитовых плагиогнейсов с микроклин-плагиоклазовыми гранито-гнейсами и аплитами (жила 11-39 Малиновой вараки). Микроклинового пегматита в этих жилах относительно больше, чем в жилах, залегающих в пачках полосчатых плагиогнейсов. Вследствие этого область развития микроклинового пегматита оказывается растянутой по вертикали, занимая пространство вдоль всей средней по высоте, наиболее мощной части жилы. Нижние части таких жил изучены по скважинам колозкового бурения, и резкого изменения в составе и строении пегматита здесь не наблюдается, хотя количество микроклина и биотита несколько уменьшается. Корневые части описываемых жил к настоящему времени не вскрыты.

Морфологические признаки жил IY типа довольно своеобразны – это наиболее сложные по форме линзовидные, плитообразные и ветвящиеся тела с раздувами и апофизами. Все жилы IY типа – секущие по отношению к элементам залегания вмещающих пород. Контакты тел четкие, прямолинейные, исключая участки, на которых пегматит граничит с гранито-гнейсами и аплитовидными породами. В этих случаях характерны постепенные извилистые контакты с явлениями перекристаллизации и бластеза.

Жилы этого типа наиболее велики по размерам среди слюдяных жил: длина по простиранию – до 300–600, мощность – до 15–30 м и более. Однако, несмотря на такие размеры, пегматиты IY типа занимают весьма скромное место среди объектов промышленного ослюденения. Это объясняется прежде всего бедностью ослюденения. Следует, правда, сказать, что с точки зрения слюдоносности жилы IY типа неоднородны.

Та разновидность жил IY типа, которые залегают среди полосчатых глиноземистых плагиогнейсов, характеризуется изменчивостью средних содержаний в пределах от 14 до 83 кг/м<sup>3</sup>, тогда как по жилам этого типа, залегающим в пачках переслаивания, среднее содержание колеблется от 4,5 до 23 кг/м<sup>3</sup> при преобладающем для них среднем содержании не выше 10–15 кг/м<sup>3</sup>.

Представителями жил IY типа первой разновидности являются жилы 1–34 и 7 района рудника Карельского, жила 183 месторождения Малиновая варака, жила 34 месторождения Лоухское озеро и др. Представители второй разновидности жил этого типа – жила 11–39 Малиновой вараки, 1–39 Хито-вараки, 1, 2 и 26 Тэдино и др.

Жилы обеих разновидностей этого типа в случае нахождения их в одной пегматитоносной зоне относятся к разным геологическим блокам по литолого-петрографическому признаку вмещающих их пород.

При буровой разведке жилы IY типа, отличаясь от жил других типов не только по особенностям их внутреннего строения, но и по своим размерам, а также по морфологическим особенностям, достаточно легко могут быть выделены и учтены при подсчете приходящихся на их долю объемов пегматита и запасов слюды в суммарном объеме слюдоносного пегматита и в суммарных запасах мусковита разведываемого геологического блока.

При описании сложных, дифференцированных пегматитов (II, III, IY тип) в плане и разрезе было показано, что с точки зрения качественного набора (сочетания) четырех типоморфных структурно-минеральных комплексов, а также их пространственного и количественного соотношения различные части одной и той же жилы в плане и различные горизонты жил по падению обнаруживают резкие, ясно выраженные различия. Эти различия зафиксированы в схемах горизонтальной (по простиранию) и вертикальной зональности. Было также показано, что первая из них имеет в общем симметричный, а вторая – асимметричный вид. Использование подхода, основанного на учете качественного набора (сочетания) типоморфных структурно-минеральных комплексов, позволяет выделить внутри отдельно взятых жил (точно так же, как это делалось при классификации слюдяных жил в целом) определенные объемные

части, различающиеся петрографически. Эта задача практически представляется весьма важной, так как такие петрографически различные части жил характеризуются вполне определенными различиями в степени и качестве ослюденения.

В слюдяных пегматитах района могут быть выделены четыре рода объемных частей жилы, отличающихся различным сочетанием типоморфных структурно-минеральных комплексов. Такая классификационная единица названа Л. Л. Гродницким [21] „родом пегматита“.

Ниже следует краткая характеристика четырех родов пегматита в жилах IY типа.

Пегматит I рода характеризуется присутствием лишь одного из типоморфных структурно-минеральных комплексов, а именно комплекса „а“, описание которого приводилось выше. Пегматит I рода нацело слагает жилы I типа, а в жилах II, III и IY типов развивается в апикальных частях по всему простиранию жилы, а также на фланговых (в плане, на каждом из горизонтов)

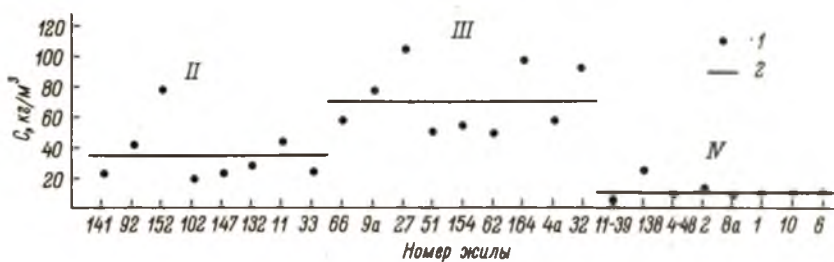


Рис. 7. Средние содержания мусковита в жилах II, III и IY структурно-минералогических типов и средние содержания по типам этих жил.

1 – среднее пожильное содержание; 2 – среднее содержание по типу жил.

участках жил. Помимо этого пегматит I рода слагает маломощные апофизы и концевые участки крупных апофиз. Все перечисленные участки жил, для которых характерен I род пегматита, являются практически бесплодными во всех, даже в целом и в высокослюдяных жилах.

Пегматит II рода включает два из четырех типоморфных структурно-минеральных комплексов – комплексы „а“ и „б“. Помимо последних в пегматите II рода могут присутствовать (однако не обязательно) плагиоклазовый пегматит апографической и петельчатой структур, кварц-мусковитовый комплекс и блоковый кварц. В жилах I типа пегматит II рода отсутствует. В жилах II типа он слагает весь внутренний объем тел, исключая апикальные и фланговые участки, а также области нижнего выклинивания жил. В жилах III, а также IY (залегających в полосчатых гнейсах) типов пегматит II рода располагается на горизонте, соответствующем нижней половине кварцевой оси (по всей средней части жилы в плане), а также на среднем горизонте в участках жил, тяготеющих в плане к флангам. Пегматит II рода в жилах всех типов, где он представлен, содержит максимальное для каждого типа (и каждой отдельной жилы) ослюденение, причем слюда здесь характеризуется обычно наилучшим качеством.

Пегматит III рода включает в свой состав три из четырех типоморфных структурно-минеральных комплексов – комплексы „а“, „б“, „в“. В жилах I и II типа пегматит III рода отсутствует; в жилах III типа – слагает средние

Т а б л и ц а 6

II тип		III тип		IV тип				
Месторождение	Номер жилы	Содержание, кг/м <sup>3</sup>	Месторождение	Номер жилы	Содержание, кг/м <sup>3</sup>	Месторождение	Номер жилы	Содержание, кг/м <sup>3</sup>
Тэдино	129	8.4	Малиновая варака	4	5.1	Малиновая варака	11-39	4.5
Малиновая варака	10	10.5	Рудник Карельский	14а-48	15.4	Рудник Карельский	4-48	6.4
Тэдино	26	10.8	Тэдино	7	26.9	"	8а	6.8
Малиновая варака	2-5	13.2	Перти-варака	3-50	42.3	Тэдино	10	7.2
Тэдино	98а	18.1	Хито-варака	17а-56	47.2	"	6	8.9
"	102	19.8	Малиновая варака	51	47.9	"	1	9.1
"	13	19.9	Тэдино	7а	48.3	"	2	11.0
Малиновая варака	147-147а	22.3	Перти-варака	62	49.3	Малиновая варака	198	23.3
"	141	23.1	Малиновая варака	154	53.7	Хито-варака	1-39	32.7
Тэдино	33	23.2	"	4а	56.4	Перти-варака	1-34	65.8
Перти-варака	2-50	24.7	Перти-варака	66	56.9	Хито-варака	7	83.4
Тэдино	120	26.1	"	9а	75.3	"	-	-
"	109	26.9	Тэдино	32	91.8	"	-	-
Малиновая варака	132	28.3	Малиновая варака	17	96.8	"	-	-
"	1	30.1	Тэдино	164	98.1	"	-	-
"	92	41.1	"	27	103.4	"	-	-
Тэдино	54	41.8	"	28	126.2	"	-	-
"	11	43.8	"	-	-	"	-	-
"	94	43.9	"	-	-	"	-	-
Рудник Карельский	8	44.7	"	-	-	"	-	-
Тэдино	100	57.1	"	-	-	"	-	-
Малиновая варака	152	78.6	"	-	-	"	-	-

Тэдино	31	116.3	-	-	-	-	-	-
"	25	162.0	-	-	-	-	-	-
Сумма . . . . .	24	935.2	-	17	1041.0	-	11	259.1
Среднее содержание, кг/м <sup>3</sup>		39.0			61.2			23.6
Среднее квадратичное отклонение, кг/м <sup>3</sup>		35.5			32.9			26.9
Коэффициент вариации, %		91			54			114

в плане части жил на горизонте, отвечающем верхней половине кварцевой оси и области непосредственно под ее верхним выклиниванием; в жилах IV типа (залегающих в полосчатых гнейсах) — располагается в средней части жилы (в плане) на горизонте, соответствующем верхней половине кварцевой оси. Области, сложенные пегматитом III рода, характеризуются высоким промышленным ослюдением, однако уступающим по количеству промышленного мусковита частям жил, представленным пегматитом II рода.

Пегматит IV рода содержит в своем составе все четыре типоморфных структурно-минеральных комплекса и развит лишь в жилах IV типа, где пространственно он приурочен либо только к средним (в плане) частям жил на горизонте непосредственно выше верхнего выклинивания кварцевой оси (в жилах, залегающих в полосчатых гнейсах), либо слагает все жильное тело, исключая фланговые (в плане) участки, области пережимов и маломощные апофизы (в жилах, залегающих в пачках переслаивания глиноземистых гнейсов с гранито-гнейсами и аплитами). Пегматит IV рода характеризуется низким промышленным ослюдением, в среднем не превышающим 5-6 кг/м<sup>3</sup>.

Приведенная выше классификационная схема и положенный в ее основу фактический материал по внутреннему строению слюдоносных пегматитов с учетом особенностей как типов пегматитовых жил, так и слагающих их родов пегматита позволяют сделать следующие выводы прикладного характера, игнорирование которых было бы неправильным и невозможным при разработке рациональной методики разведки слюдяных месторождений.

1. Определенным типам пегматитовых жил, так же как и определенному роду пегматита, соответствуют средние показатели ослюдения, изменчивость которых меньше и, следовательно, использование которых при подсчете запасов надежнее, нежели данные о среднем содержании и балансовом показателе, полученные при валовом опробовании какого-либо случайного горизонта слюдоносной пегматитовой жилы (рис. 7).

2. Структурно-минералогические и текстурные особенности пегматитовых жил различных типов определяются при геологическом изучении (документации) керна

достаточно надежно при условии разбуривания скважинами жилы в ее типовом сечении, характеризующемся набором всех присущих данному типу типоморфных структурно-минеральных комплексов или родов пегматита.

3. Определение на основе геологического изучения керна типа разведываемой жилы и заключение на основании этого о среднем по жиле содержании мусковита являются более достоверными, нежели данные об ослюдении непосредственно по керновым пробам, так как объемы, занимаемые в жиле тем или другим типоморфным комплексом (или родом пегматита), несоизмеримо больше объемов, занимаемых кристаллами слюды, что при нескольких скважинах исключает возможность пропуска какого-либо типоморфного комплекса, в то время как для кристаллов слюды такая возможность не исключена. Набор же устанавливаемых по буровым скважинам типоморфных комплексов позволяет однозначно решить вопрос о принадлежности разведываемой жилы к тому или другому типу и этим определить для подсчета запасов среднее содержание слюды, присущее жилам данного типа, с известными возможными отклонениями, меньшими, чем возможные отклонения при определении по существующей методике среднего содержания по валовым и, тем более, по керновым пробам.

4. Таким образом, структурно-минералогическая классификация слюдоносных пегматитов дает возможность по данным буровых скважин (без подземных горных выработок) определять в разведываемом геологическом блоке положения жил того или иного типа, исключая из подсчета запасов жилы непромышленных типов, определять средневзвешенное (на суммарные объемы жил каждого из промышленных типов) содержание мусковита по блоку в целом (по пегматиту промышленно-слюдоносных жил, заключенных в блоке) и подсчитывать суммарные по блоку запасы мусковита, достоверность которых сопоставима с достоверностью суммы запасов категории  $C_1$  по жилам, заключенным в блоке и разведанным по существующей методике.

По каждому отдельно взятому жильному телу с учетом вероятного распределения в нем родов пегматита, а следовательно, и пространственного положения геологически отличных друг от друга зон ослюдения с соответствующими им средними (статистически установленными) содержаниями могут быть подсчитаны запасы категории  $C_2$  без опробования керна.

Для характеристики количественных показателей ослюдения пегматитовых жил II, III и IV типов в табл. 6 приводятся данные о содержаниях мусковита, полученные при обработке 52 жил. Для всех этих жил имеется геологическая документация, позволяющая однозначно решать вопрос о принадлежности их к тому или другому типу.

Приведенные в табл. 6 данные позволяют сделать следующие выводы. Среднее содержание мусковита (забойного сырья) по жилам II типа равно  $39.0 \text{ кг/м}^3$  при среднем квадратичном отклонении, равном  $35.5 \text{ кг/м}^3$  и коэффициенте вариации 91%. Среднее содержание по жилам III типа равно  $61.2 \text{ кг/м}^3$  при среднем квадратичном отклонении  $32.9 \text{ кг/м}^3$ , что соответствует коэффициенту вариации, равному 54%. Среднее содержание мусковита по жилам IV типа равно  $23.6 \text{ кг/м}^3$  при среднеквадратичном отклонении  $26.9 \text{ кг/м}^3$ , что соответствует коэффициенту вариации, равному 114%.

Как видно из приведенных цифр, каждый из трех имеющих промышленное значение типов пегматитовых жил характеризуется не только описанными выше структурно-минералогическими и текстурными особенностями, но и закономерно связанными с ними показателями ослюдения и их изменчивостью. Наиболее высоким средним содержанием слюды и наименьшей изменчивостью его характеризуются жилы III типа структурно-минералогической классификации пегматитов. Промежуточное положение как по величине среднего содержания, так и по его изменчивости занимают жилы II типа, и самым низким средним содержанием при самой высокой изменчивости его характеризуются жилы IV типа.

Т а б л и ц а 7

II тип			III тип			IV тип		
Месторождение	Номер жилы	Содержа- ние, кг/м <sup>3</sup>	Месторождение	Номер жилы	Содержа- ние, кг/м <sup>3</sup>	Месторождение	Номер жилы	Содержа- ние, кг/м <sup>3</sup>
Тэдино	102	19.8	Малиновая варака	51	47.9	Малиновая варака	11-39	4.5
Малиновая варака	147	22.8	Перти-варака	62	49.3	Рудник Карельский	4-48	6.4
-"-	141	23.1	Малиновая варака	154	53.7	-"-	8а	6.8
Тэдино	33	23.2	-"-	4а	56.4	Тэдино	10	7.2
Малиновая варака	132	28.3	Перти-варака	66	56.9	-"-	6	8.9
-"-	92	41.1	-"-	9а	75.3	-"-	1	9.1
Тэдино	11	43.8	Тэдино	32	91.8	-"-	2	11.0
Малиновая варака	152	78.6	-"-	164	98.1	Малиновая варака	138	23.3
-	-	-	-"-	27	103.4	-	-	-
Сумма . . . . .	8	280.7		9	632.8		8	77.2
Среднее содержание, кг/м <sup>3</sup>	-	35.1		-	70.3		-	9.6
Среднее квадратичное отклонение, кг/м <sup>3</sup>	-	19.7		-	22.2		-	5.9
Коэффициент вариации, %	-	56		-	32		-	61

Сопоставляя средние содержания мусковита по типам жил с вариационными кривыми пожильных содержаний (рис. 8), нетрудно видеть, что для жил II и III типов средние содержания лежат в области максимального числа слючаев, т.е. одновременно являются и наиболее вероятными для каждой из жил этих типов в отдельности, а не только характеризуют среднее значение содержания для их совокупности. Так, для жил II типа среднее содержание, равное  $39,0 \text{ кг/м}^3$ , находится в области, охватывающей около 88% всех жил этого типа; для жил III типа среднее содержание ( $61,2 \text{ кг/м}^3$ ) находится в области максимума кривой распределения.

Совершенно иная картина наблюдается для жил IУ типа, у которых значение среднего содержания лежит за пределами максимума вариационной кривой, отвечающего среднему значению интервала, равному около  $10 \text{ кг/м}^3$ . Учитывая это обстоятельство, при подсчете запасов слюды для жил IУ типа необходимо принимать в качестве наиболее вероятного именно это содержание. Среднее содержание для жил IУ типа, равное  $23,6 \text{ кг/м}^3$ , получилось как среднее арифметическое в результате влияния высоких, не характерных для жил этого типа содержаний по двум жилам. Если при вычислении среднего арифметического отбросить содержания по этим жилам (жилы 1-34 Перти-вараки и 7 Хито-вараки) как ураганные, то значение среднего арифметического будет равно  $11 \text{ кг/м}^3$ , что соответствует интервалу содержаний для максимума вариационной кривой. Учитывая это обстоятельство, при подсчете запасов слюды для жил IУ типа необходимо принимать в качестве наиболее вероятного содержание, равное  $10 \text{ кг/м}^3$ , имея в виду, что в отдельных случаях, число которых не превышает 10%, оно может достигать более высоких значений ( $60-80 \text{ кг/м}^3$ ).

Рис. 8. Вариационные кривые средних пожильных содержаний мусковита для пегматитовых жил II, III и IУ структурно-минералогических типов.

Число жил - в процентах от общего количества учтенных жил данного типа.

Рассмотренные выше данные, приведенные в табл. 6, относились ко всем жилам, для которых геологические материалы позволили установить их тип. Это значит, что рассматривались данные по жилам, как в различной степени эродированным, так и неодинаково представленным по объемам отработанной жильной массы. Именно в этом заключается причина широкого разброса значений истинных содержаний, наблюдающегося во всех трех типах и могущего поставить под сомнение возможность использования средних содержаний по тому или иному типу в целом для практических целей разведки.

Безусловно, это обстоятельство сильно искажает действительную картину достаточно четкой приуроченности определенных значений содержания к каждому из структурно-минералогических типов жил. Это хорошо видно из данных, приведенных в табл. 7, в которой учтены только слепые и незначительно эродированные жилы, в одинаковой мере сопоставимые также и по степени их отработки.

Данные этой таблицы говорят о том, что характерными пределами колебаний истинного содержания для жил II типа является интервал от 20 до 45 кг/м<sup>3</sup> при среднем значении содержания для этого типа, 35 кг/м<sup>3</sup>. Соответственно для жил III типа интервал колебаний пожильных содержаний лежит в пределах 48–100 кг/м<sup>3</sup>, а среднее содержание для типа в целом равно 70 кг/м<sup>3</sup>. Пожилые содержания у жил IV типа лежат в пределах колебаний от 4 до 20 кг/м<sup>3</sup> при среднем содержании для типа, как об этом говорилось выше, равном 10 кг/м<sup>3</sup>. Приведенные средние содержания слюды – 35, 70 и 10 кг/м<sup>3</sup> соответственно для жил II, III, и IV структурно-минералогических типов, – учитывая их сравнительно небольшую изменчивость (см. коэффициенты вариации в табл. 7), могут быть рекомендованы при подсчете запасов по тому или иному геологическому блоку-зоне. Среднее содержание, установленное по керновым пробам, взятым в разведываемом геологическом блоке из пегматитовых жил указанных трех промышленных типов, может рассматриваться как полученное контрольным методом, позволяющим предотвратить в непредвиденных случаях крупные ошибки при подсчете запасов.

Структурно-минералогическая классификация слюдяных пегматитов охватывает все разнообразие секущих жил, развитых в пределах главных месторождений района. Составленная на материалах изучения продуктивных площадей Малиновой вараки, района рудника Карельского (Перти-варака, Дальние Топорные вараки, Хито-варака, Копат-варака), Тэдино и месторождений Полубоярской группы, эта схема, однако, вполне применима и на других месторождениях – Лоухском озере, Вуат-вараке, Лоушках, Нигрозере и пр. Как показывает изучение фондовых материалов по этим последним, в выделенные четыре типа пегматитов хорошо укладывается все петрографическое и промышленное разнообразие известных пегматитов.

Естественно, однако, что в пределах каждого из месторождений, обладающего определенной спецификой геолого-петрографических и структурных условий, может возникнуть необходимость в некотором дополнении и детализации общей схемы в прикладных целях. Эти дополнения, вытекающие из особенностей того или другого геологического блока, тем не менее совершенно не затрагивают основных положений классификации и всегда носят частный характер. Эти особенности будут охарактеризованы ниже, при описании геологических блоков некоторых месторождений.

## Г л а в а 1У

### ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ СЛЮДОНОСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ

Как уже указывалось, промышленно-слюдоносные жилы залегают не во всех, а лишь в литологически благоприятных горизонтах пород чупинской свиты и имеют не любое, а вполне определенное для того или иного месторождения (участка или куста) простирание, образуя пегматитоносные зоны большей или меньшей протяженности. Это позволяет пространственно рассматривать такие участки как своеобразные геологические блоки, представляющие собой блоки какого-либо продуктивного литолого-стратиграфического горизонта в пределах жилоносной зоны. Интенсивное слюдообразование в этих блоках яви-



лось результатом взаимосвязанного и неразрывного влияния литологического и тектонического факторов при диафторезе в условиях эпидот-амфиболитовой фации, протекавшем вслед за региональным метаморфизмом не повсеместно, а только в долгоживущих тектонических зонах определенных направлений.

Рассмотрим особенности таких блоков на примере некоторых эксплуатирующихся месторождений Карелии.

На месторождении Малиновая вака, в блоке I, вмещающими породами служит 11-й горизонт чупинской свиты, в строении которого главное значение имеют две разновидности дистено-гранато-биотитовых гнейсов: среднезернистые четкополосчатые, являющиеся преобладающей разновидностью в горизонте, и мелко-среднезернистые гнейсы неяснополосчатой и гнейсовидной текстур, залегающие в виде небольших выклинивающихся пластовых тел и линз неправильной формы.

Обе текстурные разновидности этих гнейсов содержат в качестве главных породообразующих минералов плагиоклаз (№ 28-35) - 20, кварц - 20-30 и биотит - 10-40%, обычно плеохроирующий в бурых тонах. Содержание дистена и малинового граната весьма неравномерное и колеблется от 2 до 10%. Второстепенное значение имеют мусковит и рудный минерал. Аксессуары представлены рутилом, цирконом, апатитом, турмалином. Структура породы лепидогранобластовая, гранобластовая или порфиробластовая. Дистен обычно образует линейно вытянутые кристаллы размером от 0.01 до 5-6 мм. В гранате этого горизонта часто содержатся включения рутила и дистена.

Среди дистено-гранато-биотитовых гнейсов залегают различные по размерам линзы мелкозернистых гранато-биотитовых гнейсов, обычно сопровождающихся аплитовидными породами и биотитовыми гранито-гнейсами. Примером является крупная и мощная линза, выделенная на Северном участке в качестве подгоризонта 11а. Подобные же линзы, но меньших размеров, отмечаются также и на Южном участке месторождения.

В целом 11-й горизонт характеризуется сравнительно небольшим содержанием в нем аплитовидных пород. Просмотр керн и геологической документации по 9 буровым скважинам, пройденным по породам 11-го горизонта на Северном участке в разрезе 3(72), показал, что лишь в одной из них (скв. 577) оно достигло 20% от всего интервала, пробуренного по этим породам. Среднее же содержание здесь аплитовидных пород в горизонте составляет всего 5%.

Строение и литологический разрез 11-го горизонта на Южном участке находят свое отражение в табл. 8. Как видно из этой таблицы, свыше 94% разреза составляют высокоглиноземистые дистенсодержащие породы, в то время как на долю лейкократовых аплитовидных пород и их перекристаллизованных разновидностей приходится всего около 2.5%. Средняя истинная мощность пластов дистенсодержащих гнейсов равна 10 м при среднем квадратичном отклонении 12.5м, что соответствует коэффициенту вариации, равному 125%.

Средняя истинная мощность пропластков аплитовидных пород - около 0.4 м при коэффициенте вариации, равном 60% (среднее квадратичное отклонение равно 0.22м). Частота переслаивания в расчете на 100 м истинной мощности горизонта составляет 17 слоев. Мощность 11-го горизонта, в пределах месторождения частично эродированного, колеблется от 70 до 150 м, составляя в среднем около 110 м.

Промышленно-слюдоносные жилы на месторождении Малиновая вака имеют субмеридиональное простирание (азимут СЗ 345°-СВ 3°) с падением на запад и образуют четко выраженную пегматитоносную зону (рис. 9). Эта главная зона субмеридионального простирания жил, залегающих в породах 11-го горизонта, образует верхний (или первый) геологический блок месторождения.

Таблица 8

Номер слоя (сверху вниз)	Истинная мощность слоев, м						
	согласное тело основ- ных извержен- ных пород	амфиоло- биотитовые гнейсы	крупно- и среднезернис- тые дистено- гранато-био- титовые гнейсы	мусковитизи- рованные дистено-гран- нато-биотито- вые гнейсы	аплитовидные гнейсы	перекристалли- зованные апли- товидные гней- сы (согласные тела пегматит- аплитов)	согласные тела пегмати- та апографи- ческой струк- туры
1	-	-	1.88	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	0.39	-
3	-	-	6.96	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	0.29	-
5	-	-	43.36	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	0.39	-
7	-	-	-	3.61	-	-	-
8	-	-	3.84	-	-	-	-
9	-	-	-	-	0.46	-	-
10	-	-	14.17	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	0.78
12	-	-	6.18	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	0.20	-
14	-	-	0.36	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	0.10	-
16	-	-	7.02	-	-	-	-
17	-	2.40	-	-	-	-	-
18	1.04	-	-	-	-	-	-
19	-	-	12.77	-	-	-	-

Таблица 9

Номер слоя (сверху вниз)	Истинная мощность слоев, м						
	крупно- зерни- стые дис- тено-гра- нато-био- титовые гнейсы	средне- зернистые дистено- гранато- биотито- вые гней- сы	средне- мелкозер- нистые дистено- гранато- биотито- вые гней- сы	мелко- зерни- стые ди- стено- гранато- биотито- вые гнейсы	гранато- биотито- вые гнейсы с дисте- ном	гранато- биотито- вые гнейсы	аплито- видные гнейсы
1	-	-	-	-	-	-	7.57
2	16.90	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	1.04
4	-	-	8.81	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	6.37
6	-	-	3.70	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	2.37
8	-	-	-	4.36	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	5.04
10	-	-	-	2.14	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	3.44
12	-	-	-	-	-	0.91	-
13	-	-	-	-	-	-	2.76
14	-	-	-	-	2.73	-	-
15	-	-	-	-	-	-	0.85
16	-	-	-	0.84	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	4.94
18	3.54	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	1.04
20	0.58	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	1.27
22	-	0.49	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	0.75
24	-	-	-	3.25	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	2.28
26	-	-	-	3.38	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	1.88
28	-	13.38	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	2.21
30	-	4.42	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	1.98
32	-	6.07	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	0.88
34	-	-	-	2.37	-	-	-

В блоке 2 вмещающие породы - 10-й горизонт чупинской свиты, в строении которого наиболее распространенными являются серые мелко- и среднезернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы, переслаивающиеся с аплитовидными мусковитовыми, двуслюдистыми и мусковитизированными биотитовыми гнейсами. Реже присутствуют в виде прослоев и линз средне- и мелкозернистые дистено-гранато-биотитовые гнейсы и биотитовые гранито-гнейсы, образующие линзовидные тела.

Средняя мощность 10-го горизонта равна 180 м, но, по данным буровых скважин, она колеблется в пределах от 40 до 200 м. Мощности пластов, линз и прослоев аплитовидных пород колеблются в широких пределах - от нескольких метров до десятков сантиметров. На участках с небольшой мощностью 10-го горизонта большие мощности у тел аплитовидных пород также не отмечаются. Характерной особенностью 10-го горизонта является разлинзованность в нем аплитовидных пород.

Типовой литологический разрез и строение 10-го горизонта в целом иллюстрируются табл. 9. Как видно из приведенных в ней данных, 62,5% разреза 10-го горизонта составляют глиноземистые породы и 37,5% - лейкократовые аплитовидные гнейсы. Средняя истинная мощность слоев глиноземистых пород равна 4,6 м при среднем квадратичном отклонении, равном 4,5 м, и коэффициенте вариации 98%. Средняя мощность пропластков аплитовидных гнейсов равна 2,8 м при среднем квадратичном отклонении 2,1 м и коэффициенте вариации 75%. Частота переслаивания в пересчете на 100 м истинной мощности горизонта составляет 27 слоев.

10-й горизонт на месторождении Малиновой варака представляет значительный интерес. В составе слагающих его пород большое место занимают, как это можно видеть из приведенных выше данных, продуктивные породы - гранато-биотитовые и дистено-гранато-биотитовые гнейсы. Локально проявленная мусковитизация их, а также присутствие мусковита во всех аплитовидных разностях гнейсов говорят о том, что в породах этого горизонта существовали благоприятные физико-химические условия для процессов мусковитообразования. Очевидно, главной причиной этого была высокая суммарная глиноземистость пород горизонта, несмотря на значительное содержание в нем аплитовидных гнейсов.

Пегматитовые жилы субмеридиональных простираний главной пегматитовой зоны месторождения, залегающие в породах 10-го горизонта, также являются мусковитонесными. Результаты их разведки позволяют говорить о специфическом своеобразии жил этого блока. Они существенно отличаются от „обычных“ жил Малиновой вараки, которые залегают в породах 11-го горизонта и которые до последнего времени были основными объектами эксплуатации. Для них характерны более низкие средние содержания забойного и промышленного сырья (10-25 и 2-8 кг/м<sup>3</sup>) и более низкие балансовые показатели (8-30 кг·см<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>), но зато значительно большие длины и мощности, большие объемы жильной массы и большие запасы мусковита. Неоднородность состава горизонта обуславливает неодинаковую слюдоносность залегающих в нем пегматитовых жил.

Обращают на себя внимание некоторые морфологические особенности жил, залегающих в породах 10-го горизонта, связанные с особенностями состава вмещающих пород. Так, например, при изучении контактов жилы 183 было установлено, что при залегании ее в аплитовидных породах контакты жилы становятся неровными, извилистыми, от жилы отходят пластовые и пластово-секущие апофизы, „карманы“, „заливы“, „языки“ и т.п. Наоборот, при залегании жилы в мелкозернистых биотитовых и гранато-биотитовых гнейсах контакты ее ровные, четкие, почти прямолинейные.

Таким образом, специфические особенности строения 10-го горизонта, связанные с ним особенности залегающих в породах этого горизонта пегматитовых жил и количественные показатели их ослюденения позволяют на мес-

торожении Малиновая варака в пределах 10-го горизонта чупинской свиты выделить второй геологический блок. Этот блок образован главной зоной субмеридионально простирающихся пегматитовых жил.

В блоке 3 вмещающие породы – линзы и пласты гранато-биотитовых гнейсов 9-го горизонта чупинской свиты. Преобладающими в этом горизонте являются средне- и мелкозернистые полосчатые светло-серые амфиболсодержащие (иногда с гранатом) биотитовые гнейсы, включающие в себя большое число мелких линз и будин амфиболитов. С этими гнейсами переслаиваются и перемежаются согласно залегающие с ними линзовидные тела мелкозерни-

стых светло-серых биотитовых гранито-гнейсов и значительно реже – маломощные выклинивающиеся пласты и линзы мелкозернистых темно-серых гранато-биотитовых гнейсов. Для лейкократовых непродуктивных пород 9-го горизонта характерно присутствие микроклина. Продуктивными являются гранато-биотитовые гнейсы, наиболее глиноземистые по сравнению с другими породами этого горизонта.

Средняя мощность горизонта около 120 м, мощность пластов и линз гранато-биотитовых гнейсов – до 10, иногда до 25 м.

В породах 9-го горизонта, выходящих на поверхность за пределами месторождения, известно большое число пегматитовых жил (район оз. Пастухова, южный берег Пулонгского озера). Однако размеры этих жил невелики, а содержащийся в них мусковит – мелкий, не имеющий промышленного значения. В северной части месторождения на глубине свыше 400 м от поверхности буровыми скважинами встречены пегматитовые жилы 199 и 200, залегающие в линзе гранато-биотитовых гнейсов и в аplitовидных гнейсах 9-го горизонта. Слюда, содержащаяся в пегматитовом керне из этих жил, по своим размерам и качеству является кондиционной. Обе жилы признаны перспективными для дальнейшей разведки, осуществлению которой пока препятствует большая глубина их залегания.

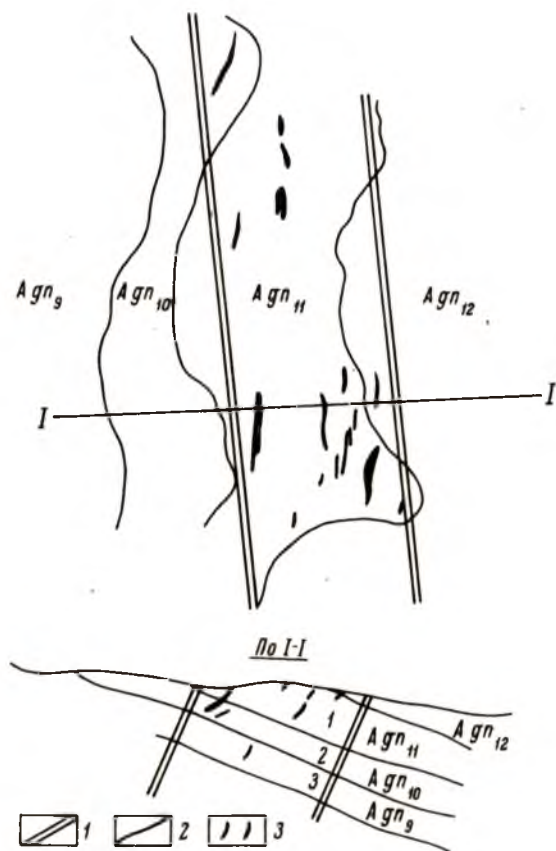


Рис. 9. Геологические блоки месторождения Малиновая варака.

1 – контуры пегматитоносной зоны жил субмеридиональных простираций; 2 – границы геологических блоков (1, 2, 3) и литолого-стратиграфических горизонтов чупинской свиты – 9-го ( $Agn_9$ ); 10-го ( $Agn_{10}$ ); 11-го ( $Agn_{11}$ ) и 12-го ( $Agn_{12}$ ); 3 – слюдоносные пегматитовые жилы.

Таким образом, на месторождении Малиновая варака установлено, что в некоторых породах 9-го горизонта залегают слюдоносные пегматитовые жилы, свидетельствующие о распространении главной жильной зоны месторождения до больших глубин. Это дает возможность говорить о вероятном существовании наряду с двумя геологическими блоками более высоких горизонтов третьего геологического блока месторождения, который образован зоной субмеридионально простирающихся пегматитовых жил.

Однако в настоящее время отсутствуют данные для полной характеристики и промышленной оценки этого блока. Еще недостаточно изучены литолого-петрографические особенности пород 9-го горизонта и количественные соотношения составляющих эти породы разностей гнейсов, и ничего не известно о параметрах, морфологии, ослюдении и внутреннем строении пегматитовых жил. Пока известно только то, что это самостоятельный геологический блок и поэтому на него не могут быть распространены данные, относящиеся к блокам 10-го или 11-го горизонтов.

Таким образом, на месторождении Малиновая варака в зоне промышленно-слюдоносных субмеридионально простирающихся пегматитовых жил может быть выделено 3 геологических блока: 1-й блок (верхний) образован пересечением 11-го горизонта продуктивной чупинской свиты главной жильной зоной; 2-й блок (средний) образован пересечением 10-го горизонта чупинской свиты главной жильной зоной; 3-й блок (нижний) образован пересечением 9-го горизонта чупинской свиты главной жильной зоной (ввиду недостаточности разведочных данных выделяется предположительно).

На других месторождениях, руководствуясь теми же принципами, также можно выделить геологические блоки, характеризующиеся определенными особенностями.

Так, на месторождении Тэдино, исходя из литолого-петрографических особенностей вмещающих пород, их положения в разрезе 5-го горизонта чупинской свиты, принадлежности пегматитовых жил к той или иной системе тектонической трещиноватости, особенностей внутреннего строения и количественных показателей ослюдения пегматитовых жил, выделяются следующие геологические блоки.

Блок I заключен между двумя зонами расщепления крупнозернистых дистено-гранато-биотитовых гнейсов; сложен мелкозернистыми гранато-биотитовыми гнейсами со слабо или отчетливо выраженной сланцеватостью, гнейсовидной, неяснополосчатой или тонкополосчатой текстуры; включает в себя большое количество жил северо-восточных субширотных простираний, образующих обширное пегматитовое поле, северная и южная границы которого еще не установлены. К ним относятся жилы 7, 7а, 10, 154, 170, 180, 186 и др. Это жилы, характеризующиеся сравнительно небольшими запасами мусковита и относительно невысокими средними содержаниями слюды, не превышающими  $60 \text{ кг/м}^3$ . Несмотря на это, блок I имеет крупное промышленное значение, учитывая его значительный, уже установленный и еще больший перспективный, объем и большую насыщенность пегматитовыми жилами.

Блок II сложен крупнозернистыми расщепленными дистено-гранато-биотитовыми гнейсами, образующими полосу или зону этих пород, согласно залегающую в субмеридиональном направлении среди мелкозернистых гранато-биотитовых гнейсов в восточной части Слюдо-вараки. Включает в себя редкие, но весьма ценные в промышленном отношении слюдоносные жилы, имеющие также субмеридиональное простирание. К ним относятся жилы 28, 32 и 33, характеризующиеся очень высоким содержанием и качеством слюды и большими запасами ее. Жила 32 при отработке дала 2400 т забойного сырца при среднем содержании  $91.8 \text{ кг/м}^3$  и 48.8% выхода промышленного сырца.

Блок III сложен такими же, как и блок II, крупнозернистыми расщепленными дистено-гранато-биотитовыми гнейсами, которые, однако, зани-

мают в разрезе 5-го горизонта чупинской свиты более низкое положение и образуют полосу или зону, простирающуюся на севере Слюдо-вараки в северо-западном направлении. Этот блок включает в себя также очень ценные в промышленном отношении слюдоносные жилы, показатели ослюденения которых и запасы мусковита аналогичны жилам блока II. В блоке III залегают такие жилы, как 27 и 164.

Указанные три блока являются блоками промышленно-слюдоносных жил и могут рассматриваться в качестве самостоятельных объектов разведки и подсчета запасов на месторождении Тэдино. По геологическим признакам, лежащим в основе понятия блока в нашем его понимании, может быть выделен еще четвертый блок, в котором преобладают жилы северо-восточных субширотных простираний, залегающие в гранато-биотитовых гнейсах той части разреза 5-го горизонта чупинской свиты, которая тяготеет к контакту с котозерской свитой и находится ниже полосы дистено-гранато-биотитовых гнейсов блока III.

В районе рудника Карельского в соответствии с особенностями и топографическим положением трех жильных зон (Перти-варацкой, Хитогорской и Восточно-Хитогорской) в пределах развития пород 5-го горизонта, точнее в пределах развития полей порфиробластических разностей их, может быть выделено 3 следующих геологических блока.

I блок - Перти-варацкий - образован зоной продольно расположенных (относительно простирания зоны) жил, имеющих субмеридиональные северо-западные простирания (с падением на восток) и залегающих в порфиробластических и неяснополосчатых мелко- и среднезернистых гранато-биотитовых, иногда с игольчатым дистеном, гнейсах. Жилы этой зоны имеют сложную морфологию, характеризуются наличием пережимов до нескольких сантиметров и раздувов, достигающих нескольких метров по мощности и выдерживающихся по простиранию и падению на несколько десятков метров. Они характеризуются богатым содержанием крупной и высококачественной слюды в раздувах и мелкой, преимущественно непромышленной слюдой в пережимах. Следует заметить, что далеко не все жилы этого блока, как, впрочем, и других блоков, имеющие благоприятные простирания, являются промышленно-слюдоносными. Естественно, что объемы пегматита таких жил при подсчете запасов должны быть учтены и из подсчета исключены. Методика выделения таких жил по данным буровых работ основывается на внимательном изучении структурно-минералогических, текстурных и морфологических их особенностей.

Северной границей I блока на дневной поверхности является линия контакта кровли 5-го и подошвы 6-го горизонтов чупинской свиты. Поверхностью этого контакта определяется граница блока и на глубине со склонением его в северо-северо-западном направлении соответственно падению вмещающих пород. Южная граница блока проходит в районе жилы 1-34 и определяется также контактом 5-го и 6-го горизонтов. Западная граница проходит западнее линии жил 87 и 87а и дальше на юг по контакту этих же горизонтов. Восточная граница четко намечается по линии жил 3-50 на севере и 1-34 на юге. Нижней поверхностью, ограничивающей первый блок, является поверхность контакта подошвы 5-го горизонта с кровлей 4-го горизонта. Эта поверхность проходит на значительной глубине, превышающей глубину проектируемых эксплуатационных работ. Разведан I блок, учитывая отмеченные выше морфологические особенности находящихся в нем пегматитовых жил, недостаточно, а глубже 170 м от поверхности практически не разведан совершенно.

II блок - Хитогорский - образован в породах 5-го горизонта зоной жил двух сопряженных систем, имеющих простирание СЗ 315° и СЗ 350-355° с падением в обоих случаях на запад. Иногда жилы обоих простираний сочленяются, например, жилы 1-39 и „слепая". Чаще всего жилы и того и

другого простирания, хотя и расположены близко друг к другу, но разобщены между собой (жилы 3-39 и 3а-39).

Жилы с простиранием в секторе СЗ 315-340° имеют бедное ослюденение и чаще всего (за исключением жилы 1-39) слабо дифференцированы. В описываемой зоне это жилы 3а-39, 1-39, 2-39, 5-39 и др. Жилы же, являющиеся оперяющими по отношению к ним, хотя и не всегда выраженные в виде их апофизов, хорошо дифференцированы и имеют богатое ослюденение подобно промышленно-слудоносным жилам I блока. Морфологически это сравнительно небольшие вытянутые линзовидные тела, длина которых и протяженность по падению не превышают нескольких десятков метров, а мощность - 3-5 м. Отличительной особенностью этой пегматитоносной зоны является поперечное расположение в ней жильных тел, т.е. сама жильная зона имеет субширотное простирание, жилы же в ней простираются в северо-западных и субмеридиональных румбах, располагаясь параллельно и субпараллельно относительно друг друга.

Т а б л и ц а 10

Месторождение	Номер блока	Номер жилы	Содержание слюды, кг/м <sup>3</sup>
Тэдино	I	7	26.9
		7а	48.3
		11-11а	43.8
		54	41.8
		94	43.9
		172	31.3
		Среднее по блоку	39.3
	II	28	126.2
		32	91.8
		33	23.2
		Среднее по блоку	80.4
	III	27	103.4
		164	98.1
	Среднее по блоку	100.8	
IV	1	9.1	
	9	11.5	
	13	19.9	
	Среднее по блоку	13.5	
Рудник Карельский	I	1-34	65.8
		3-50	42.3
		3-55	54.2
		9а	75.3
		62	49.3
		66	56.9
		87	74.5
		Среднее по блоку	59.8
	II	Слепая 1-39	32.7
		3-39	42.1
		Среднее по блоку	37.4



Т а б л и ц а 10 (продолжение)

Месторождение	Номер блока	Номер жилы	Содержание слюды, кг/м <sup>3</sup>
Малиновая варака	III	7-7а	83.4
		17а-56	47.2
		132	72.1
		156	61.4
	I	Среднее по блоку	66.0
		1	30.1
		4а	56.4
		17	96.8
		51	47.9
		92	41.1
		132	28.3
		147-147а	22.6
		152	78.6
		154	53.7
II	Среднее по блоку	47.9	
	183	10.1	
	11-39	4.5	
III	154а	8.5	
	Среднее по блоку	7.7	
	Данных нет		
Лоухское озеро	I	2-4	19.0
		34	16.2
		61	23.0
		1-5а-5б	23.6
		Новая Б-42	28.5
		33	42.6
	Среднее по блоку	25.5	
II	8-9	33.7	
	9-бис	23.7	
III	Среднее по блоку	28.7	
	Данных нет		

Граница II блока на севере совпадает с линией предполагаемого тектонического нарушения, проходящего в субширотном направлении от участка жил 3а-39 и 3-39 на восток-северо-восток. Западная граница совпадает с линией тектонического нарушения, проходящего в субмеридиональном направлении западнее этих жил. Южная граница блока проходит от жилы 3-54 на восток-северо-восток и дальше совпадает с линией тектонического нарушения, идущего на восток. Восточная граница предположительно может быть проведена по линии жилы 5а-47, так как далее к востоку, несмотря на хорошую обнаженность, жилы не встречаются, очевидно вследствие затухания в этом направлении дорудных тектонических подвижек.

Разведана, но сравнительно неглубоко (до 150 м) лишь западная часть блока - участок жил 1-39, „слепая“, 3-39 и др. Остальная часть блока не разведана на глубину совершенно.

III блок - Восточно-Хитогорский - образован зоной, в которой развиты две системы дорудной тектонической трещиноватости и соответственно пегматитовые жилы двух простираний: СЗ 305-315 и СВ 10-15°, залегающие в порфиробластических и неяснополосчатых мелко- и среднезернистых гранато-биотитовых гнейсах, иногда содержащих дистен.

Жилы северо-западного простирания обычно представляют собой вытянутые линзовидные тела, длина и протяженность по падению которых достигает нескольких десятков метров при мощности до 10 м и более (жила 16-47). Как правило, эти жилы не являются промышленно-слюдоносными и богатое ослюденение наблюдается только в тех из них, которые непосредственно сопряжены с жилами северо-северо-восточного, почти субмеридионального простирания, как например жила 7, сопрягающаяся с жилой 7а.

Жилы северо-северо-восточного простирания, как сопрягающиеся с жилами северо-западного простирания, так и залегающие разобшенно от них, представляют собой короткие, до 20-40 м, линзы, быстро выклинивающиеся по падению и имеющие мощность до нескольких, иногда до 8-10 м (жилы 16а-47, 17а-56). Как правило, они хорошо дифференцированы и богаты слюдой. Наиболее богатыми из них при отработке были жилы 7а и 17а-56.

Сочетание в этой пегматитоносной зоне жил двух простираний и их морфологические особенности создают картину, напоминающую в плане зону типичных лестничных жил, что обуславливает своеобразие методики разведки этого геологического блока. Кроме того, осложняющим обстоятельством является присутствие в этом блоке мелких пластовых, иногда пластово-секущих, тел амфиболитов и линзовидных пропластков амфиболсодержащих гнейсов. Участки пегматитовых тел, залегающие в этих породах, почти не содержат мусковита, вместо которого в этих частях жил широко развит крупнопластинчатый биотит.

Границы III блока до некоторой степени условно определяются контурами жильной зоны, которая фиксируется на северо-западе жилой 16-47, на юго-востоке - жилами 7 и 7а, на юго-западе - 19-47 и на северо-востоке - 156 и 133. Однако можно предположить значительно большую протяженность этого блока по простиранию, учитывая наличие жил с таким же лестничным рисунком, принадлежащих, по-видимому, к этой же пегматитоносной зоне, далеко к северо-западу и к юго-востоку от участка перечисленных выше жил. Такие жилы наблюдаются в восточной части Дальних Топорных варак (жилы 3-47 и 5-47) и на Хито-острове большого Пулонгского озера.

На месторождении Лоухского озера в соответствии с характером локализации пегматитовых жил в две четко выраженные подзоны и наличием между последними блока с более редкими и мелкими жилами может быть выделено три геологических блока:

- 1) блок северо-восточной подзоны пегматитовых жил субмеридионального простирания, залегающих в дистено-гранато-биотитовых гнейсах 11-го горизонта чупинской свиты (жилы 2-4, 34, 61, 1-5а-5б, Новая Б-42, 33 и др.);
- 2) блок юго-западной подзоны пегматитовых жил субмеридионального простирания, залегающих также в породах 11-го горизонта чупинской свиты (жилы 8-9, 2-бис и др.);
- 3) блок промежуточный, между блоками северо-восточной и юго-западной подзон.

I и II блоки представляют собой также и отдельные самостоятельные шахтные поля (участки) рудника.

Выше, в табл. 10, приводятся данные отработки (средние пожильные содержания слюды) по промышленно-слюдоносным жилам большей части описанных выше геологических блоков.

В заключение следует сказать, что геологические блоки-зоны приведенными примерами далеко не исчерпываются. Они могут быть выделены везде, где имеется возможность выделить продуктивные литолого-стратиграфические горизонты вмещающих пород, а жилы благоприятных простираний образуют пегматитоносные зоны.

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЛЮДОНОСНЫХ ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛ

Выше были рассмотрены закономерности ориентировки промышленно-слюдоносных пегматитовых жил главнейших месторождений мусковита Северной Карелии. Эти закономерности являются основой для выбора рациональной ориентировки разведочной сети при разведке того или иного месторождения или какого-либо геологического блока, если в целом по месторождению известно не одно, а несколько простираний, благоприятных для слюдоносности пегматитовых жил.

Густота же разведочной сети должна выбираться с учетом морфометрических параметров слюдоносных пегматитовых жил, т.е. по их длине по простиранию, протяженности по падению и мощности. Так как обычно подсчет запасов мусковита ведется на продольных разрезах жильных тел в проекции их на вертикальную плоскость, то нами будут в дальнейшем рассматриваться данные не о протяженности жил по падению, а об их вертикальной протяженности и соответственно не об истинной мощности жильных тел, а об их горизонтальной мощности.

Большинство слюдоносных пегматитовых жил Северной Карелии является секущими, реже пластово-секущими телами линзообразной или плитообразной формы, размеры которых варьируют в широких пределах. Известны промышленно-слюдоносные жилы длиной как в несколько десятков, так и в несколько сотен метров при средней мощности от нескольких десятков сантиметров до нескольких десятков метров (рис. 10).

Форма жильных тел определяется вытянутостью их по простиранию и падению и значительным превышением длины и вертикальной протяженности над мощностью. Часто линзовидная или плитообразная форма жил усложнена апофизами, пережимками, раздувами, раздваиваниями и слияниями жильных тел. В некоторых случаях по своей форме жильные тела приближаются к жилам лестничного типа (Восточно-Хитогорский блок месторождения Хито-варака). Для Перти-варацкого блока характерна четковидная форма жил. Для жил месторождения Лоухского озера наиболее характерна плитообразная форма при подчиненном развитии линзовидных жильных тел. Наоборот, на месторождении Малиновая варака преобладают линзовидные жилы, но есть и крупные плитообразные тела. Для месторождения Тэдино наиболее типичной является линзовидная форма промышленно-слюдоносных жил. Указанные четыре формы (плитообразные, линзовидные, четковидные и лестничные жилы), хотя и не исчерпывают всего многообразия индивидуальных морфологических особенностей каждой жилы в отдельности, могут быть названы в качестве главных и определяющих те морфологические типы, к одному из которых может быть отнесена любая слюдоносная жила.

Употребляя в дальнейшем выражения „средняя длина“, „средняя вертикальная протяженность“ и „средняя мощность жилы“, мы имеем в виду то, что на различных горизонтах длина жильного тела по простиранию, как правило, является различной, точно так же, как вертикальная протяженность жилы неодинакова в разных поперечных сечениях, и, так же, как горизонтальная мощность жилы неодинакова на различных участках какого-либо горизонтального или вертикального поперечного разреза ее. Поэтому, говоря о средних значениях этих трех параметров, определяющих объем параллелепипеда, равновеликий объему жильного тела, мы имеем в виду их значения, принимаемые при подсчете запасов и характеризующиеся в пределах каждой жилы той или иной изменчивостью по простиранию (вертикальная протяженность и мощ-

ность) и по падению (длина и мощность). Изменчивость параметров пегматитовых жил имеет не меньшее практическое значение, чем их средние величины, так как очевидно, что при использовании тех или иных разведочных данных для отстройки контуров жильных тел меньшая ошибка будет допускаться при экстраполяции данных, относящихся к параметрам, характеризующимся меньшей изменчивостью, и наоборот.

Рассмотрим фактические данные о параметрах жильных тел, полученные в результате полной отработки или детальной разведки (подземными горными выработками на нескольких горизонтах и скважинами колонкового бурения) слюдоносных жил главных эксплуатирующихся месторождений Карелии. Основными материалами, использованными для этой цели, послужили геологические погоризонтные планы и разрезы из геологических отчетов Чупинского рудоуправления и геологоразведочных партий СЗТГУ, выполненные в масштабе 1:500 на маркшейдерской основе.

В табл. 11 приведены данные о максимальных, минимальных и средних значениях длин жил и их вертикальных протяженностей, а также отношения средних длин жил к их средним вертикальным протяженностям. Эти данные получены замерами на продольных вертикальных проекциях жил, производившимися с интервалами 5 м.

При выборе рациональной густоты разведочной сети, которая призвана обеспечить выявление всех имеющих промышленное значение слюдоносных жил, должны быть учтены максимальные значения длины таких жил и из последних выбрано наименьшее значение, известное для месторождения или геологического блока. Исходя из принципа рациональности, т.е. соответствия густоты сети параметрам искомых тел, это значение и определит наименьшее расстояние между профилями поисковых буровых скважин, которые должны быть заданы для разведки того или иного геологического блока. Это расстояние определяет собой предельную или конечную густоту поисковых линий. Начальная же ее густота, по которой должны буриться скважины первого этапа разведки блока, определяются наибольшими из известных на месторождении максимальных значений длины жильных тел.

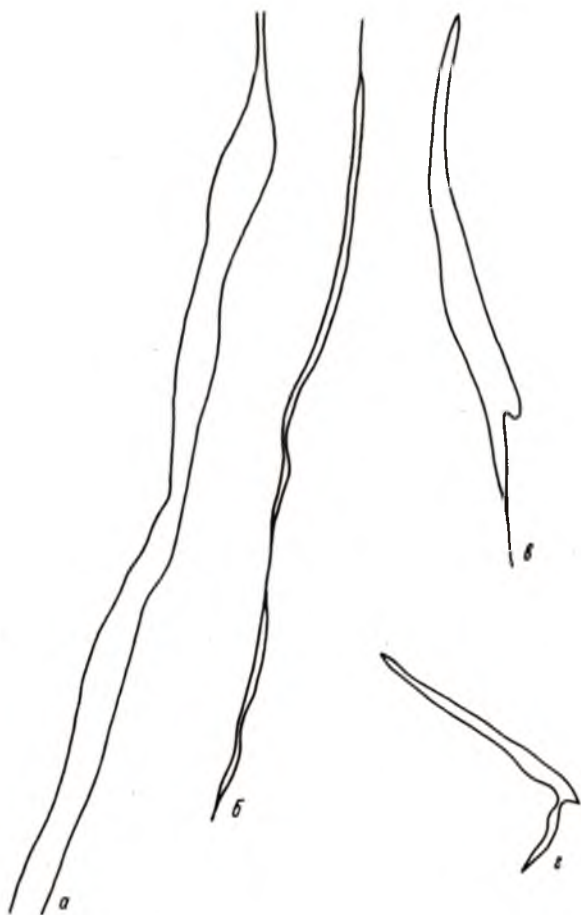


Рис. 10. Морфометрические типы слюдоносных пегматитовых жил.

а - плитообразный; б - четковидный, в - линзовидный; г - „лестничный“.

Таблица 11

Месторождение	Номер жилы	Длина жилы, м		Протяженность жилы по вертикали, м		Отношение средней длины жилы к ее средней протяженности по вертикали
		максимальная	минимальная	максимальная	средняя	
Рудник Карельский	3-50	226	63	153	46	3,3:1
	9а	130	31	92	34	2,7:1
	66	188	25	105	40	2,6:1
	62	158	45	99	35	2,8:1
	87	161	50	113	34	3,3:1
	1-39	182	65	145	63	2,3:1
	3-39	92	30	69	37	1,9:1
	7-7а	223	67	141	41	3,4:1
	156	112	10	72	32	2,6:1
	30-30а	208	66	160	59	4,3:1
	4а-154	222	27	159	61	2,6:1
	132	205	44	132	40	3,3:1
	152	170	40	117	28	4,2:1
	1	232	40	172	57	3,0:1
	17	117	36	96	34	2,8:1
141	112	15	68	46	1,5:1	
138	126	19	87	43	2,0:1	
147	102	25	75	15	5,0:1	
147в	118	80	97	22	4,4:1	
11-39	447	170	380	123	3,1:1	
Тэдино	164	140	10	44	1,8:1	
	27	87	13	53	1,3:1	
	7	165	48	49	2,2:1	
	32	205	107	34	4,5:1	
	Б. Тэдино	105	56	89	54	1,6:1

Лоухское озеро

1	210	183	200	150	143	1,4:1
1-а	161	47	130	106	87	1,5:1
2-4	404	77	280	170	124	2,3:1
56	184	45	132	105	63	2,1:1
8-9	506	199	420	93	78	5,4:1
9-бис	360	100	273	110	80	3,4:1
33	384	33	263	143	91	2,9:1
34	343	56	280	183	168	1,7:1
41-41а	156	28	123	117	97	1,3:1
Новая Б-12	398	26	269	172	113	2,4:1
Новая В	395	302	368	126	108	3,4:1
35	328	60	131	93	65	2,0:1
36	308	35	194	92	65	3,0:1

Для рассматриваемых нами месторождений наибольшее и наименьшее значения из максимальных установленных длин жильных тел будут составлять (в метрах):

рудник Карельский . . . . . 226 и 92  
Малиновая варака . . . . . 232 и 102  
Тэдино . . . . . 205 и 87  
Лоухское озеро . . . . . 404 и 156

Эти данные являются основой для выбора начальной и конечной густоты разведочных (поисковых) профилей на первых стадиях разведки блока. Естественно, что они должны быть откорректированы во-первых, исходя из соображений кратности размеров начальной и конечной сеток, а во-вторых, с помощью дополнительных данных о параметрах жильных тел, которые почему-либо не учтены нами.

Для определения расстояния между скважинами на профилях, как известно, должны учитываться: а) угол падения жил, б) угол наклона буровых скважин, в) протяженность жильных тел по падению. Для слюдоносных пегматитовых жил характерны крутые углы падения - 60-90°. Реже наблюдаются жильные тела с более пологим залеганием, при углах падения 40-60°. Обычно такие жилы имеют меньшую протяженность по падению, чем крутопадающие тела. Из опыта буровой разведки слюдяных месторождений Карелии известно, что при бурении скважин глубиной свыше 100-150 м оптимальный угол наклона их равняется 65°.

Данные о вертикальной протяженности жил (соответствующие одновременно и вертикальному падению их): наибольшая из зафиксированных максимальных протяженностей жил по вертикали, наименьшая из минимальных и пределы колебаний средних протяженностей по месторождениям - характеризуются цифрами табл. 12.

Так как максимальные протяженности жил по вертикали и минимальные их протяженности обычно характеризуют только единичные (срединные и краевые) вертикальные разрезы жил, то для определения расстояния между скважинами на профиле правильнее ориентироваться на среднюю протяженность жил по вертикали, установленную для разведываемого месторождения или блока, что обеспечивает наибольшую вероятность встречи жил скважинами при минимально необходимом для этого количестве скважин на профиле.

Т а б л и ц а 12

Месторождение	Вертикальная протяженность жил		
	наибольшая из максимальных	наименьшая из минимальных	средняя (от-до)
Рудник Карельский	87	11	32-63
Малиновая варака	108	7	15-61
Тэдино	46	11	34-54
Лоухское озеро	183	21	63-168

Характерной морфометрической особенностью изученных слюдоносных жил является относительно устойчивое отношение средней длины жильных тел к их протяженности по вертикали. Эти отношения выражаются цифрами табл. 13.

Т а б л и ц а 13

Месторождение	Отношение длины к вертикальной протяженности жил		
	от	до	среднее
Рудник Карельский	1.9:1	4.3:1	2.9:1
Малиновая варака	1.5:1	5.0:1	3.2:1
Тэдино	1.3:1	4.5:1	2.3:1
Лоухское озеро	1.3:1	5.4:1	2.4:1

Эти цифры могут иметь большое значение для обоснования предположения о возможной длине жильного тела, когда известна его вертикальная протяженность, и наоборот. До настоящего времени при необходимости таких предположений исходят из отношения 4:1, что, как видно из приведенных данных, не соответствует среднему значению отношения длины жилы к протяженности ее по вертикали ни по одному из главнейших месторождений слюды Карелии.

Изменчивость параметров жильных тел в наиболее простой форме выражается через коэффициент вариации [37, 45]. Наибольшая изменчивость длины жильного тела зафиксирована на жиле 17 месторождения Малиновая варака (коэффициент вариации равен 75.8%), а наименьшая - на жиле 1 месторождения Лоухское озеро (коэффициент вариации 3.7%). Наибольшая изменчивость протяженности жилы по вертикали установлена на жиле 7 месторождения Хито-варака (коэффициент вариации 62.7%), а наименьшая - на жиле 1 месторождения Лоухское озеро (коэффициент вариации 8.0%). Однако наибольший практический интерес представляют не крайние значения изменчивости этих параметров в районе, а средние ее значения по месторождениям. Они характеризуются цифрами табл. 14.

Как видно из этих цифр, по двум месторождениям несколько больше изменчивость длины жил, а по двум - изменчивость их протяженности по вертикали. Однако разница в степени изменчивости того и другого параметра в общем не является существенной, и сама их изменчивость без большой ошибки может быть признана одинаковой, хотя в среднем по району она несколько больше у длины жил, чем у протяженности их по вертикали. Это значит, что при распространении по простиранию данных о вертикальной протяженности какой-либо жилы ошибка экстраполяции в среднем может быть несколько меньше, чем при распространении по вертикали данных о длине этой жилы.

Таким образом, мы показали, как необходимо использовать данные о длине слюдоносных жил и об их вертикальной протяженности, а также данные об изменчивости этих параметров для рационального выбора густоты разведочной сети и того варианта разведки жилы, при котором будут допускаться меньшие ошибки экстраполяции.

Т а б л и ц а 14

Месторождение	Средний коэффициент вариации, %	
	Длина жилы	Протяженность по вертикали
Рудник Карельский	42.6	37.0
Малиновая варака	38.6	40.0
Тэдино	33.4	35.1
Лоухское озеро	33.6	26.5

Вопрос о вероятности обнаружения жил, обладающих разной длиной и вертикальной протяженностью, но характеризующихся близкими отношениями параметров, при различной густоте поисковой сетки может быть решен методом, предложенным В. С. Булгаковым и В. И. Панченко [13] по соотношениям площадей продольных сечений жил к площадям влияния поисковых выработок. Нами был произведен такой расчет для ряда жил рассматриваемых здесь месторождений при различных параметрах поисковой сети. Полученные результаты позволили найти эти параметры при заданной вероятности выявления жил, характерных для того или другого месторождения. Средняя вероятность, равная соответственно 50 и 100%, обеспечивается следующими параметрами поисковой сети, м:

	50%	100%
Лоухское озеро . . . . .	360x120	210x70
Малиновая варака . . . . .	180x60	90x30
Рудник Карельский . . . . .	180x60	60x20
Тэдино . . . . .	140x70	60x30

Необходимо рассмотреть также данные о горизонтальной мощности жил и о ее изменчивости как в горизонтальных, так и в вертикальных сечениях. Эти данные были получены путем замеров горизонтальных мощностей на погоризонтных планах жил через 10–20 м в местах, где жила вскрыта на полную мощность, и на поперечных вертикальных разрезах через 5–10 м на участках, вскрытых как горными выработками, так и буровыми скважинами.

Наибольшей изменчивостью характеризуются жилы района рудника Карельского и отчасти месторождения Малиновая варака, так как форма жил этих месторождений наиболее усложнена пережимами иногда до нескольких сантиметров (Перти-варацкий блок) и раздувами до 5–10 м (Малиновая варака).

Общий характер изменчивости мощности жил предопределяется преобладающей их линзовидной формой. Он заключается в том, что максимальные мощности наблюдаются в средних частях жилы; к концам жилы мощности постепенно уменьшаются до долей метра. Эта закономерность присуща жилам, не подвергавшимся или подвергавшимся незначительным пострудным сме-

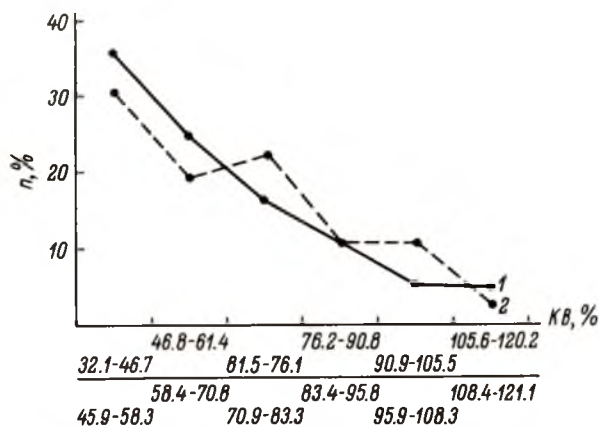


Рис. 11. Вариационные кривые средних значений коэффициентов вариации  $K_v$  горизонтальной мощности жил в горизонтальных (1) и вертикальных поперечных (2) сечениях.

шениям. Примерами таких жил могут служить основные промышленные жилы Малиновой вараки; 8-9,9-бис, Новая-В Лоухского озера; 175 и 171 Тэдино и др. Максимальные мощности этих жил, относящиеся к средним частям, в 3-4 и более раз превышают минимальные мощности краевых частей. Об этом же свидетельствуют средние мощности, определенные по вертикальным сечениям.

У некоторых промышленно-слюдоносных жил месторождения Лоухское озеро, таких как 33,34,1, эта закономерность не выдерживается в силу того обстоятельства, что они ограничены сместителями и не имеют постепенно выклинивающихся концов. Менее четко выражена обычная закономерность и в жилах Тэдино.

Проанализированные нами данные говорят о том, что изменчивость горизонтальной мощности пегматитовых жил рассматриваемых здесь месторождений в горизонтальных сечениях жильных тел характеризуется коэффициентами вариации от 26.1 (жила 9-бис месторождения Лоухское озеро) до 140.7% (жила 66 месторождения Перти-варака), а в вертикальных поперечных сечениях — от 10.4 (жила 3-50 месторождения Перти-варака) до 277.9% (жила 132 месторождения Малиновая варака). В среднем по месторождениям и по району в целом изменчивость горизонтальной мощности жил в их горизонтальных и вертикальных поперечных сечениях характеризуется следующими коэффициентами вариации (табл. 15).

Т а б л и ц а 15

Месторождение	Коэффициент вариации горизонтальной мощности жил, %	
	в горизонтальных сечениях	в поперечных сечениях
Лоухское озеро	44.0	64.0
Малиновая варака	64.9	79.2
Рудник Карельский	74.4	70.7
Тэдино	66.5	76.7
В целом по району	59.9	71.2

Приведенные в таблице данные говорят о том, что для месторождений Лоухское озеро, Малиновая варака и Тэдино изменчивость горизонтальных мощностей в поперечных вертикальных сечениях, как правило, больше изменчивости горизонтальных мощностей в горизонтальных сечениях. Это дает возможность на этих месторождениях с большим правом экстраполировать



на всю длину жильного тела данные о мощности, полученные при разведке его вертикального поперечного сечения, нежели производить экстраполяцию на всю вертикальную протяженность жилы данных об ее мощности, полученных на каком-либо горизонте (рис. 11).

На месторождениях района рудника Карельского разница изменчивости мощностей по обоим направлениям невелика, и ошибка экстраполяции ее средних значений как по вертикали, так и по горизонтали будет примерно одинаковой.

## Глава У1

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСЛЮДЕНЕНИЯ В ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛАХ И В ЖИЛОНОСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКАХ

Ослюдение пегматитовых жил количественно может быть выражено следующими показателями:

- 1) содержание забойного сырца (в  $\text{кг}/\text{м}^3$ ),
- 2) балансовый показатель (в  $\text{кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$ ),
- 3) суммарное содержание промышленного сырца I, II, III и IV групп или общий процент его выхода,
- 4) содержание крупноразмерной слюды (суммарно промышленного сырца I и II групп) или процент выхода каждой из групп промышленного сырца от его общего количества,
- 5) „стоимостный“ показатель, выражающий конечную стоимость слюдяных изделий, которые могут быть получены в оптимальном варианте из слюды, добытой из  $1 \text{ м}^3$  жильной массы.

Содержание слюды - забойного сырца, выраженное в килограммах на кубометр жильной массы, является главным показателем ослюдения, определяющим количество запасов слюды, учитываемых государственным балансом.

Балансовый показатель (иногда употребляется термин „качественный показатель“) был введен для оценки кондиционности запасов слюды в 1952 г. В настоящее время балансом запасов слюды по Карелии учтены запасы, для которых балансовый показатель в среднем по жиле равен не менее  $12 \text{ кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$ ; в ограничивающих контур подсчета пробах он не менее  $3 \text{ кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$  и внутри контуров подсчета нет подряд двух сечений с балансовым показателем меньше  $3 \text{ кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$ .

Более удобным для определения кондиционности запасов мусковита является недавно разработанный показатель, выражающийся в весовом содержании промышленного сырца, приведенном по оптовым ценам к содержанию промышленного сырца III группы.

Суммарное содержание промышленного сырца I, II, III и IV групп выражается в килограммах на кубометр и может быть высчитано из содержания забойного сырца по общему проценту выхода из него промышленного сырца или определено непосредственно путем деления веса всего промышленного сырца, полученного из пробы, на объем пегматита в ней.

Для целей корреляции и других сопоставлений, а также для различных экономических расчетов, в частности оценки рентабельности отработки того

или иного объекта, удобнее пользоваться содержанием промышленного сырца, а не процентом выхода его от забойной слюды.

Содержание крупноразмерной слюды (суммарное содержание промышленного сырца I и II групп) выражается в килограммах на кубический метр и может быть вычислено из содержания забойного сырца по общему проценту выхода из него промышленного сырца, а затем по процентам выхода из последнего промышленного сырца I и II групп или непосредственно делением суммарного веса промышленного сырца I и II групп, полученного из пробы, на объем пегматита в ней.

Промышленный сырец по площади пластин (или кристаллов в плоскости спайности слюды) разбивается на четыре группы: I - от 100 см<sup>2</sup> и выше, II - от 50 до 100, III - от 25 до 50, IV - от 4 до 25 см<sup>2</sup>.

Отпускные цены на промышленный сырец различных групп или размеров неодинаковые и меняются с течением времени. Наиболее высокие они для промышленного сырца I группы, самые низкие - для сырца IV группы. Цены на промышленный сырец I и II групп высоки по сравнению с ценами на сырец III и IV групп. Так, например, в 1965 г. они составляли: I группа - 6398, II - 3224, III - 1640, IV - 1399 руб./т. Промышленный сырец IV группы в некоторых случаях вообще не имеет сбыта, и его добыча не планируется рудникам. Поэтому решающее значение для промышленной оценки разведываемого объекта и для характеристики ослюденения наряду с суммарным содержанием промышленного сырца является содержание крупноразмерной слюды - промышленного сырца I и II групп.

Для удобства корреляционных сопоставлений и расчетов рентабельности нам представляется более целесообразным пользоваться данными о содержании крупноразмерной слюды, а не ее процентами выхода, которые при необходимости всегда могут быть вычислены.

„Стоимостный“ показатель в виде опыта был введен при попытках заменить для оценки кондиционности или балансовости запасов слюды балансовый показатель. Он выражает в рублях конечную стоимость слюдяных изделий, которые могут быть получены в оптимальном (по ценам) варианте из слюды, добытой с одного кубометра жильной массы.

Как будет показано дальше, все эти показатели ослюденения в пределах, характеризующих его изменчивость, хорошо коррелируются с содержанием забойного сырца и друг с другом, и поэтому, вообще говоря, любой из них может быть принят для оценки кондиционности запасов слюды. Изменчивость всех перечисленных выше показателей ослюденения, за исключением стоимостного показателя, была изучена нами по 12 пегматитовым жилам, суммарные учтенные и добытые запасы по которым составляют около 22% всего количества учтенных и добытых запасов всех слюдяных месторождений Карелии. При этом были подвергнуты элементарной статистической обработке результаты более 1500 валовых проб, что составляет около четверти всего количества проб, взятых за послевоенные годы при разведке месторождений мусковита Чупино-Лоухского слюдоносного района. По своему промышленному значению и структурно-минералогическим особенностям изученные жилы различны. Они представлены жилами как с незначительными, так и с очень крупными запасами слюды. Они представлены также жилами всех трех типов промышленно-слюдоносных жил структурно-минералогической классификации.

Результаты статистической обработки полученных данных сведены в табл. 16.

За исключением жил 39, 183, 33 и 281, все остальные жилы относятся к одному геологическому блоку. Обращают на себя внимание сравнительно небольшие колебания средних пожильных содержаний забойного сырца в жилах этого блока и довольно высокие коэффициенты вариации (свыше 150%) содержаний у большинства жил в пределах каждой из них.

Таблица 16

Номер жилы	Структурно-минералогический тип жилы	Среднее содержание забойного сырца, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент вариации содержания, %	Средний балансовый показатель, кг·см <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	Коэффициент вариации балансового показателя, %	Среднее содержание промышленного сырца, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент вариации содержания промышленного сырца, %	Среднее содержание крупноразмерной слюды, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент вариации содержания крупноразмерной слюды, %
92	II	59.2	68.6	34.6	93.9	13.9	86.3	2.25	140.0
141	II	42.8	156.5	106.5	272.3	15.1	101.3	10.6	127.4
132	II	55.2	173.5	12.8	188.8	5.35	156.9	1.08	219.4
141а	II	75.1	136.0	373.8	262.3	12.6	164.0	9.0	198.0
147а	II	37.6	144.0	24.9	207.0	10.2	214.0	2.5	152.0
51	III	57.3	174.0	117.6	188.3	26.4	59.8	8.4	170.0
4а	III	99.6	150.9	258.6	227.7	39.6	214.6	18.9	241.3
33	III	38.6	148.7	82.1	195.7	14.9	177.1	7.8	179.4
183	IУ, III-IV	14.2	145.1	26.9	285.9	6.5	186.0	2.7	259.0
39	IV	21.2	154.7	7.6	213.1	2.9	168.9	0.7	242.8
138	I-II, IV	22.6	208.6	7.0	425.8	2.7	244.4	0.8	362.2
281	Не установлен	12.8	96.0	6.9	160.0	2.6	450.0	0.7	228.5

В табл. 16 видно, что, хотя коэффициенты вариации балансового показателя, содержания промышленного сырца и содержания крупноразмерной слюды в общем значительно отличаются от коэффициентов вариации содержания забойного сырца, они тем не менее в большинстве случаев для одной и той же жилы обнаруживают одну и ту же тенденцию, что является следствием

наличия корреляционных зависимостей между этими показателями ослюденения, о чем подробнее будет сказано ниже.

Общий вывод из приведенных данных, как уже об этом говорилось и ранее, заключается в том, что изменчивость средних пожильных содержаний (в пределах одного геологического блока) значительно (в 2-3 раза) меньше изменчивости содержания в пределах одной жилы. Это очень важное обстоятельство, дающее право на применение принципа аналогии содержаний к вновь выявленным в том же геологическом блоке жилам промышленно-слюдоносных типов и ставящее под сомнение рациональность его применения в пределах одного жильного тела.

Исследование вариационных кривых показателей ослюденения и их логарифмов показало, что они имеют гиперболоподобный характер распределения своих абсолютных значений с максимумом в левой части (низкие значения) и сложный, искаженный, но

приближающийся к нормальному характер распределения логарифмов. Примеры вариационных кривых показаны на рис. 12.

В связи с таким характером распределения показателей ослюденения нами по некоторым жилам было произведено сопоставление средних содержаний, вычисленных, как это обычно делается, как средние арифметические по взятым валовым пробам, средних пожильных содержаний, полученных в результате полной отработки жил, и средних содержаний, вычисленных путем сложения логарифмов содержаний по пробам, деления полученной суммы логарифмов на число проб и определения по рассчитанному таким образом среднему логарифму содержания абсолютного значения последнего. Результаты этого сопоставления приведены в табл. 17.

Т а б л и ц а 17

Номер жилы	Среднее арифметическое содержание по валовым пробам	Среднее фактическое содержание по данным отработки	„Среднее логарифмическое“ содержание
92	59,2	41,1	44,5
141	42,8	23,1	21,7
147а	37,6	21,1	15,9
4а	99,6	56,4	55,3
Среднее отклонение	+24,4	-	-1,1

Эти данные говорят о том, что обычный способ расчета среднего содержания без учета характера распределения его дает значительно большие отклонения от истинных содержаний, чем способ, учитывающий приблизительно логарифмически нормальный характер распределения этого показателя ослюденения. Поэтому и при существующей методике разведки, нам представляется, было бы правильнее вычислять среднее содержание по пробам через логарифмы их. Если учесть корреляционные связи других показателей ослюденения с содержанием забойного сырца, это относится также и к определению их средних значений.

Нами было проведено изучение изменчивости содержания слюды – забойного сырца внутри жильных тел по 34 жилам четырех месторождений (рудник Карельский, Малиновая варака, Тэдино и Лоухское озеро), детально разведанных на нескольких горизонтах и уже полностью или в большой мере выработанных. Отработка этих жил дала 58,6% всей слюды, добытой в Карелии за период с 1935 по 1967 гг. Таким образом, эти жилы с достаточной и несомненной представительностью характеризуют общую закономерность распределения слюды внутри жильных тел.

Данные погоризонтного опробования слюдоносных жил показывают, что средние содержания, определенные для каждого горизонта, меняются в широких пределах (от нескольких килограммов до нескольких сотен килограммов на кубометр жильной массы). Содержания отдельных проб на горизонтах меняются в еще более широких пределах – от нуля до 1500–2000 кг на кубометр жильной массы. В очень широких пределах также изменяются содержания слюды по пробам, взятым вкрест простирания жилы от одного контакта до другого.

Однако, несмотря на сильную изменчивость содержаний слюды отдельных проб разведываемого горизонта, благодаря большой густоте разведочных сечений и вытекающему отсюда большому количеству проб среднее содержание разведываемого горизонта, как об этом говорилось ранее, определяется достаточно объективно. Но такое содержание является средним только для данного горизонта и никак не отражает среднего истинного содержания в целом по жиле. В табл. 18 показаны средние содержания по разведанным горизонтам жил и среднее истинное содержание по этим же жилам, полученное в результате отработки.

Приведенные фактические данные говорят о сильной изменчивости содержания слюды от горизонта к горизонту большинства жил, что находится в тесной связи с отмечавшейся выше вертикальной асимметричностью их внутреннего строения. Так, например, по наиболее крупной из приведенных жил – жиле 154 Малиновой вараки – среднее содержание по верхнему горизонту составляло 29,3, по нижнему – 150,6 кг/м<sup>3</sup>, отличаясь одно от другого более чем в 5 раз. Среднее истинное содержание по этой жиле равно 51,2 кг/м<sup>3</sup> и отличается от средних содержаний по горизонтам в 2–3 раза. Аналогичная картина наблюдается по большинству жил этого и других месторождений.

Хотя средние содержания по вертикальным сечениям и отличаются от средних истинных в широких пределах, но не больше, чем отличаются от них средние погоризонтные содержания.

Это позволяет сделать вывод о том, что при определении среднего содержания мусковита по вертикальному сечению погрешности определения будут не больше, а в ряде случаев и меньше, чем при определении его по горизонтальному сечению.

Наименьшая изменчивость содержаний наблюдается в жилах района Лоухского озера (рис. 13), обладающих крупными размерами, выдержанностью простираний и залегающих в литологически однородных породах. Коэффициент вариации здесь по 24 горизонтальным сечениям из 28 и по 52 вертикальным сечениям из 69 колебался в пределах 40–100%, что не является большим для такого изменчивого показателя ослюденения, как содержание мусковита.

Т а б л и ц а 18

Место- рождение	Номер жилы	Среднее содержание, кг/м <sup>3</sup>				
		по поверх- ности или верх- нему го- ризонту	по второ- му ниже- лежаще- му гори- зонту	по треть- ему ниже- лежащему горизон- ту	по четвер- тому ни- жележа- щему го- ризонту	по данным отработ- ки
Рудник Ка- рельский	1-39	4.7	13.6	25.0	-	32.7
	3-39	83.9	34.1	-	-	42.1
	7-7а	5.1	36.9	91.9	0.0	83.4
	3-50	50.2	59.3	27.1	31.5	42.3
	9а	45.1	99.4	70.2	-	75.3
	66	58.2	39.5	-	-	56.9
	87	14.6	46.7	-	-	74.5
	156	24.7	-	-	-	61.4
Малиновая варака	154	29.3	150.6	-	-	51.2
	132	82.2	18.3	6.7	-	27.7
	152	27.2	115.4	54.8	-	79.2
	92	32.5	40.5	-	-	41.1
	1	50.2	24.9	14.2	-	30.1
	147	32.2	-	-	-	22.6
	147а	39.8	-	-	-	21.1
	11-39	5.5	9.1	9.4	3.4	4.5
141	25.7	13.5	-	-	18.5	
Тэдино	164	24.0	183.4	47.0	-	99.2
	27	39.6	77.4	199.2	143.5	103.4
	32	78.9	119.1	14.4	-	87.8
	Б.Тэдино	13.0	8.6	19.1	-	9.4
	7	8.8	38.6	78.3	14.7	26.9
	120	20.9	38.0	-	-	26.1
Лоухское озеро	1	17.3	16.9	8.9	16.5	14.2
	1а	5.2	23.1	3.5	-	27.3
	2-4	28.3	15.7	8.5	-	19.0
	5б	51.5	34.3	-	-	42.9
	8-9	16.1	12.1	-	-	33.7
	9-бис	25.0	14.2	9.9	-	23.7
	33	23.9	24.9	-	-	40.9
	34	-9.0	19.5	15.5	-	15.9
	41-41а	61.6	28.5	-	-	17.9
	Новая Б-42	23.7	16.1	10.5	-	28.5
Новая В	8.9	5.7	15.0	-	9.2	

Аналогичная картина наблюдается по жилам месторождения Перти-варака рудника Карельского. В то же время жила 7-7а месторождения Хито-варака характеризуется весьма сильной изменчивостью содержаний, вызванной тем обстоятельством, что она имеет невыдержанное простирание. Ее северо-западная часть на большом протяжении практически бесплодна, в то время как южная оконечность, имеющая субмеридиональное простирание, интенсивно насыщена мусковитом. О связи слюдоносности пегматитовых жил с их прости-

раниями достаточно подробно говорилось уже ранее, и здесь нет необходимости на этом останавливаться.

Жилы месторождений Малиновая варака и Тэдино отличаются более сильной изменчивостью содержаний мусковита, чем жилы месторождения Лоухского озера. Для всех же месторождений и особенно для определенных геологических блоков на них является правилом, что изменчивость по жильным содержаний меньше, чем изменчивость внутрижилых „поразрезных“ (по горизонтальным или по вертикальным сечениям) средних содержаний, и безусловно меньше, чем изменчивость средних содержаний по ограниченному и случайному числу проб.

Выводом из этого, по нашему мнению, может быть только одно: для определенного геологического блока (в нашем понимании этого термина) наиболее представительной пробой, обеспечивающей наименьшую погрешность определения среднего содержания в пегматите вновь выявленных в этом блоке промышленно-слюдоносных жил (II, III и IV типов структурно-минералогической классификации), является слюда, полученная из пегматита полностью или в значительной мере отработанных жил этого же геологического блока.

Таким образом, задачей разведки геологического блока при наличии в нем нескольких отработанных жил является не прямое определение содержания слюды по вновь выявленным жилам, а определение их структурно-минералогического типа, объема пегматита, относящегося к тому или другому типу жил, и пространственного положения разведываемых жил. А эти задачи могут быть выполнены без проходки подземных горных выработок только буровыми скважинами. Запасы, подсчитываемые по данным буровой разведки с учетом данных о содержании по отработанным жилам, нам кажется, следует относить к категории С<sub>1</sub>.

По формуле, предложенной Н. И. Трушковым [67], мы вычислили число проб, необходимое для достижения погрешности в определении содержания, равной  $\pm 50$  и  $\pm 25\%$ , при коэффициентах вариации содержания забойного сырья, равных 200, 175, 150 и 100% и охватывающих область наиболее распространенных значений изменчивости ослюденения. Результаты этих вычислений приводятся в табл. 19.

Таблица 19

Погрешность, %	Число проб			
	Кв=100%	Кв=150%	Кв=175%	Кв=200%
$\pm 50$	1-2	4	5-6	7-8
$\pm 25$	7-8	17-18	24	31-32

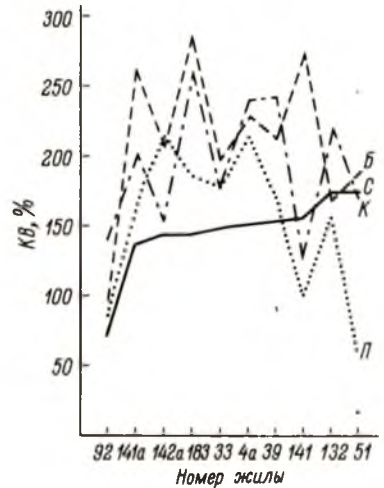


Рис. 13. Сопоставительные графики коэффициентов вариации (Кв) содержания забойного сырья (С), балансового показателя (Б), содержания промышленного сырья (П) и содержания крупноразмерной слюды (К) по некоторым жилам Чупинско-Лоухского района.

Если сопоставить данные табл. 19 с погрешностью определения содержания как среднего арифметического из пожильных содержаний по выработанным жилам одной из пегматитоносных зон, то большая достоверность последнего бросается в глаза. Коэффициент вариации средних пожильных (или истинных) содержаний в целом по зоне равен 60%. Данные о пожильных содержаниях, имеющиеся по 10 жилам, обеспечивают, таким образом, погрешность аналогии при распространении среднего содержания по жильной зоне на вновь выявляемые в том же геологическом блоке жильные тела промышленно-слюдоносных типов, равную всего 13–14%. При разведке каждой жилы в отдельности без учета возможностей зонно-блокового метода для достижения такой погрешности необходимо каждую жилу, даже имеющую низкий и редко встречающийся коэффициент вариации содержания, равный 100%, разбурить с целью опробования не менее чем 25–30 скважинами. Поэтому нам представляется возможным относить запасы, подсчитанные предлагаемым нами методом с принятием содержания, которое характеризуется погрешностью, соответствующей такой степени разведанности, к категории С<sub>1</sub>.

В тех же случаях, когда производится разведка геологического блока, жилы которого еще не обрабатывались и поэтому данных об истинных содержаниях для жил этого блока нет, среднее содержание для разведываемых жил должно определяться с учетом данных опробования и геологического изучения пегматитового керна буровых скважин. При хорошем совпадении среднего содержания, определенного для блока по керновым пробам, со средневзвешенным содержанием, определенным с учетом средних содержаний типов встреченных скважинами жил, запасы, подсчитанные по таким данным, также могут относиться к категории С<sub>1</sub>; при плохом совпадении – к категории С<sub>2</sub> и с учетом меньшего из полученных значений среднего содержания.

## Г л а в а    У II

### КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ОСЛЮДЕНЕНИЯ В ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛАХ

Известно, что для определения кондиционности слюды и отнесения ее разведанных запасов к группе балансовых или забалансовых недостаточно знать только одно содержание забойного сырца. Кроме него необходимо знать показатели, характеризующие размерность слюды, что определяет возможный ассортимент изделий и технологическую специализацию ее. Выше говорилось уже о том, какие это показатели.

Определение этих показателей в настоящее время производится путем соответствующей обработки слюды, полученной при валовом опробовании, что дает сравнительно сносные результаты. Определение балансового показателя по керновым пробам дает неудовлетворительные результаты, а получаемые при этом данные даже при большом числе керновых проб резко отличаются от данных валового опробования. Так, например, по жиле 141 месторождения Малиновая варака среднее значение балансового показателя по валовым пробам равно 69, а по керновым –  $7.5 \text{ кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$ . Максимальные значения этого показателя соответственно равны 106.5 и 172.6  $\text{кг}\cdot\text{см}^2/\text{м}^3$ . По жиле 183 того же месторождения среднее значение балансового показателя по валовым пробам равно 27, а по керновым – 17; соответственно максимальные значения равны 79, 336. Если по валовым пробам, взятым на жилах 141 и 183, балан-



совые показатели и содержания забойного сырка коррелируются с коэффициентами +0.8 (жила 141) и +0.5 (жила 183), то по ядерным пробам — с коэффициентами +0.4 и +0.02.

Таким образом, определение балансового показателя и, как указывал В.И. Терновой, группового состава промышленного сырка по ядерным пробам не дает необходимой надежности результатов. Это вызвано, видимо, недостаточной представительностью ядерных проб для объективного отражения номерного и группового состава слюды в разведываемой жиле.

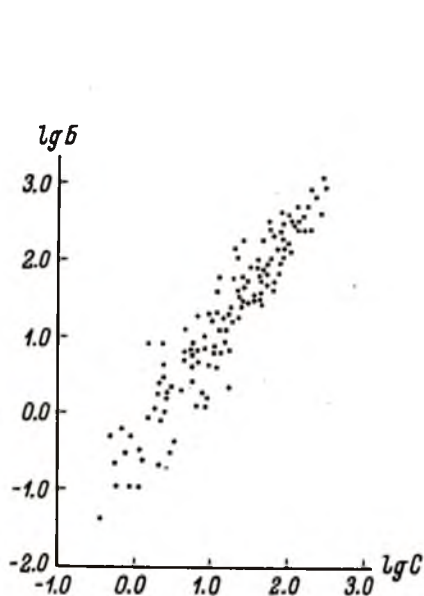


Рис. 14. Пример корреляционной зависимости балансового показателя (Б) от содержания забойного сырка (С). Жила 33 Лоухского озера.

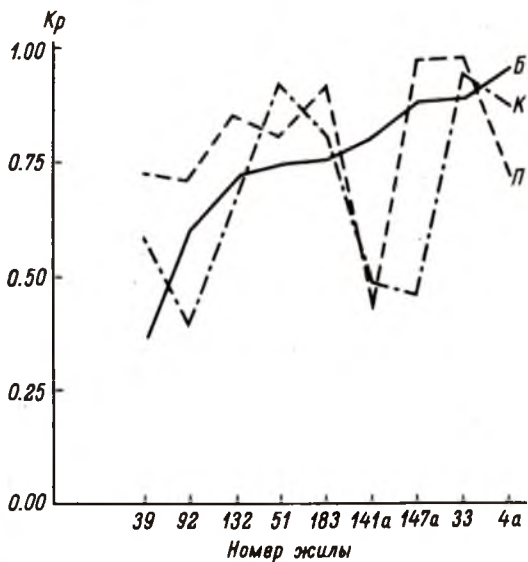


Рис. 15. Сопоставительные графики коэффициентов корреляции ( $K_p$ ) балансового показателя (Б), содержания промышленного сырка (П) и содержания крупно-размерной слюды (К) с содержанием забойного сырка по некоторым жилам Чупинско-Лоухского района.

В то же время известно, что при разведке и отработке жил визуально наблюдаются факты приуроченности наиболее крупных кристаллов мусковита к участкам (очистным блокам) с наиболее богатым содержанием забойного сырка. Это позволяет предполагать [5] возможность существования определенной зависимости между содержанием слюды (забойного сырка) и показателями, отражающими ее размерность и качество (наличие деловой слюды).

Нами были сопоставлены и подвергнуты элементарной математической обработке данные о содержании забойного сырка, балансовом показателе, содержании промышленного сырка и содержании крупноразмерной слюды по 1533 пробам, взятым при разведке 12 жил, о которых говорилось выше. По жиле 141а была исследована корреляционная зависимость между балансовым и стоимостным показателями.

Кривые распределения абсолютных значений всех показателей ослюденения носят одинаково асимметричный гиперболоподобный характер. Такое распределение В.В. Богашкий [9] предложил называть „распределением Болдырева“.

Статистическая обработка логарифмов показателей выявила, что исследуемые выборки приблизительно согласуются с логарифмически нормальным законом распределения. Обработка была проведена в соответствии с рекомендациями А.А. Беуса, С.В. Григорьяна и др. [8]. Полученные при этом показатели

асимметрии и эксцесса для логарифмов содержания забойного сырца, балансового показателя и других параметров дают право на изучение корреляционной связи между ними (рис. 14).

С этой целью аналитически по известной формуле [37] были найдены коэффициенты корреляции между содержанием забойного сырца и остальными показателями ослюденения. Они приводятся в табл. 20. На рис. 15 показаны сопоставительные графики коэффициентов корреляции по изученным жилам.

Т а б л и ц а 20

Номер жилы	Тип жилы	Коэффициент корреляции			
		Б по С	П по С	К по С	Д по Б
92	II	+0.606	+0.709	+0.383	Не определ.
141	II	+0.817	+0.953	+0.844	" "
132	II	+0.720	+0.849	+0.670	" "
141a	II	+0.815	+0.436	+0.491	+0.993
147a	II	+0.892	+0.984	+0.461	Не определ.
51	III	+0.754	+0.812	+0.923	" "
4a	III	+0.976	+0.718	+0.879	" "
33	III	+0.896	+0.985	+0.959	" "
183	IУ	+0.760	+0.920	+0.820	" "
39	IУ	+0.363	+0.724	+0.577	" "
138	IУ	+0.666	+0.708	+0.608	" "
281	Не устан.	+0.736	+0.807	+0.644	" "

Примечание. Б - балансовый показатель, кг·см<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>; С - содержание забойного сырца, кг/м<sup>3</sup>; П - содержание промышленного сырца, кг/м<sup>3</sup>; К - содержание крупноразмерной слюды, кг/м<sup>3</sup>; Д - стоимостный показатель, руб./м<sup>3</sup>.

Данные, приведенные в табл. 20, говорят о том, что балансовый показатель по 11 жилам из 12 хорошо коррелируется с содержанием забойного сырца, а по 7 жилам коэффициенты корреляции весьма высокие. Точно такая же картина корреляционной зависимости существует между содержаниями промышленного и забойного сырца. Достаточно четко корреляционная связь проявлена между содержанием крупноразмерной слюды и содержанием забойного сырца, хотя здесь по двум жилам коэффициенты корреляции близки к +0.5, а один - к +0.4.

Очень высокий коэффициент корреляции, практически равный единице, получен по жиле 141a между балансовым и стоимостным показателями. Интересно отметить, что и коэффициенты вариации этих показателей по жиле 141a одинаковы и равны 262%.

Приведенные данные с несомненностью говорят о существовании достаточно надежной корреляционной связи между показателями ослюденения пегматитовых жил промышленных типов. Поэтому применение в пределах какого-либо геологического блока принципа аналогии по отношению к любому из этих показателей столь же правомерно, как и по отношению к содержанию забойного сырца.

Что касается собственно качества (а не размерности кристаллов) мусковита, т.е. его электротехнических характеристик (пробивное напряжение, тангенс угла потерь и др.), то их следует определять по объединенным пробам слюды из керна буровых скважин, подсекающих слюдоносные жилы в разведываемом геологическом блоке.

Проведенная работа по изучению корреляционной зависимости между показателями ослюденения является первым шагом в исследовании зависимости между содержанием слюды и ее размерностью, с одной стороны, и между ослюдением и геологическими особенностями пегматитовых жил — с другой. Ее результаты свидетельствуют о необходимости продолжения этих исследований.

Изучение графиков корреляционной зависимости по ряду жил позволило разделить их на две группы: первую — с приблизительно прямолинейным расположением полосы точек и вторую — с криволинейным, изогнутым в левой части графика книзу расположением ее. Графики первого рода характерны для жил, в которых преобладает слюда пегматоидного типа. Графики же второго рода характерны для жил, в которых более широко развит кварц-мусковитовый комплекс, зачастую содержащий много забойного сырца при низких балансовых показателях, низком содержании промышленного сырца и нулевом содержании крупноразмерной слюды.

Изогнутая книзу часть графика, как правило, соответствует пробам, взятым за контурами балансовых запасов по жиле.

## Глава VIII

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ „ЗОННО-БЛОКОВОГО“ МЕТОДА РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МУСКОВИТА И ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Основные положения „зонно-блокового“ метода, который может быть предложен, исходя из приведенных геологических предпосылок и вытекающих из них соображений, заключается в следующем.

1. Для всего объема слюдоносного пегматита глубокозалегающих 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 блокозона, для которых данные отработки отсутствуют, принимается среднее содержание, определенное по керну буровых скважин, а запасы слюды, подсчитанные с учетом этого содержания, относятся к категориям  $C_1$  или  $C_2$ , в зависимости от того, насколько оно отличается от средневзвешенного содержания по типам встреченных жил.

2. Суммарный объем слюдоносного пегматита в разведываемом блокозоне определяется как сумма объемов 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 определяются на основании данных буровой разведки блока-зоны, т.е. данных о подсечениях 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. Определение границ блока-зоны до начала бурения осуществляется посредством предварительного комплексного (геолого-петрографического, геохимического и геофизического) изучения, целью которого является определение

петрографо-геохимических и геофизических особенностей 18-20, 47-51 разведываемого геологического блока по сравнению с фоном за его пределами.

6. 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 производится 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 подсчитываются прогнозные запасы мусковита. При этом принимается коэффициент слюдоносности, вычисленный по той части блока, в которой залежали 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 м 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, делается 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 (категории  $C_1$  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 геологоразведочных работ на слюду [10, 11, 27, 33].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предшествующем изложении были обобщены и проанализированы многолетние данные разведки и эксплуатации слюдяных месторождений Карелии, а также относящиеся к ним геологические материалы, собранные авторами и привлеченные из многих источников. Это было сделано с целью выяснить, насколько принятая в настоящее время методика разведки и подсчета запасов мусковита месторождений Карелии соответствует современному состоянию нашего знания их геологических особенностей и в каком направлении эта методика может быть усовершенствована, во-первых, чтобы в большей степени, чем это было до сих пор, соответствовать этим геологическим особенностям и, во-вторых, чтобы способствовать повышению эффективности геологоразведочных работ на слюду в Карелии, где она в последние годы стала падать в связи с возрастающей глубиной разведки.

В результате этой работы авторы пришли к следующим выводам.

1. Промышленно-слюдоносные пегматитовые жилы, как правило, залегают в определенных литолого-стратиграфических горизонтах продуктивной чупинской свиты; такие жилы, образуя пегматитоносные зоны (или кусты), имеют в каждой из них определенное простирание; 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, контурами пегматитоносной зоны и рядом петрографических, геохимических и петрофизических признаков, пока еще недостаточно изученных [18–20, 48, 50]. Таким образом, эти геологические блоки представляют собой жилоносные блоки продуктивных пород. Использование принципа аналогии при разведке таких блоков геологически более обосновано, 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 для него в целом по сравнению с отдельными жилами ослюденению. Поэтому геологический блок, 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 сырья) 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 геологическом блоке. Определение содержания должно производиться путем геологического изучения пегматитового керна и количественного учета структурно-минералогических разностей пегматита со взвешиванием 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 возрастанием глубины.

4. Количественно выражаемые показатели ослюденения: содержание забойного сырца, содержание промышленного сырца, содержание крупноразмерного мусковита, „балансовый“ (или „качественный“) и „стоимостный“ показатели – хорошо коррелируются между собой; зависимость между содержанием забойного сырца 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 сырца, но и к другим показателям ослюденения.

5. Принципиальные положения предлагаемой 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, которые заключаются:

- а) в закономерностях пространственного размещения слюдоносных пегматитов;
- б) в закономерностях ослюденения внутри пегматитовых жил;
- в) в морфологических и морфометрических особенностях пегматитовых тел;
- г) в закономерностях статистических зависимостей между показателями ослюденения.

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, которые по своей достоверности могут служить обоснованием проектирования капитальных эксплуатационных шахт, различных сооружений, реконструкций рудников и т.п. и производства капиталовложений для осуществления этих целей.

Достоверность подсчета таких суммарных по геологическому блоку (или по шахтному полю) запасов слюды и их пространственной привязки обеспечивается предложенной методикой на уровне удовлетворительной достоверности, достигнутой при существующей методике.

Предложенная методика позволяет отказаться от проходки для достижения указанных выше целей подземных горных выработок, полностью заменяя их буровыми скважинами. Предложенные принципы методики разведки и подсчета запасов при внедрении их в практику геологоразведочных работ на слюду в Карелии могут обеспечить, как это показали расчеты, проведение разведки слюдяных месторождений в 2 раза дешевле и в 1.5 раза быстрее, чем при методике, принятой в настоящее время.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Б.Я. К вопросу о разведке на глубину неслюдоносных с поверхности пегматитовых жил Северной Карелии. - БТИ Ленгеологнерудтреста, 1956.
2. Алексеев Б.Я. Геологические предпосылки развития геологоразведочных работ на слюду-мусковит в Карелии и пути повышения их эффективности. - В кн.: *Вопр. геологии и закономерности размещения полезн. ископаемых Карелии*. Петрозаводск, 1966.
3. Алексеев Б.Я. Опыт применения колонкового бурения при поисках слепых пегматитовых жил и его перспективы. - В кн.: *Матер. по геологии и полезн. ископаемым Северо-Запада РСФСР*, вып. 7. Л., „Недра“, 1967.
4. Алексеев Б.Я. Принципиальные вопросы методики разведки и подсчета запасов мусковита глубоких горизонтов эксплуатирующихся месторождений Карелии. - В кн.: *Геология слюдяных м-ний Карелии и Кольск. п-ва, методика их разведки и пром. использование слюды*. Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, 1969, вып. 4.
5. Алексеев Б.Я. О корреляционной зависимости между содержанием забойного сырца-мусковита и балансовым показателем. - Там же.
6. Бабошин В.А. К методике изучения ультраметаморфических мигматитов в связи со стратиграфическим расчленением архейских пород в Беломорье. - В кн.: *Матер. по геологии Европ. территории СССР*. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 1966, т. 114.
7. Бабошин В.А., Михайлов И.И., Никаноров А.С., Рыцк Ю.Е., Смирнова В.С. Геологические факторы контроля слюдоносных пегматитов. Под ред. А.В.Скропышева. - Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 1972, т. 187.
8. Беус А.А., Григорьян С.В., Ойзерман М.Т., Чолакян П.Г., Стояновский А.А. Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах. М., „Недра“, 1965.
9. Богацкий В.В. Математический анализ разведочной сети. М., Госгеолтехиздат, 1963.
10. Борзунов В.М. Анализ методических положений при разведке нерудного сырья на основе современного опыта. - В кн.: *Матер. по методике разведки полезн. ископаемых*. М., Госгеолтехиздат, 1962.
11. Борзунов В.М. Геолого-промышленная оценка месторождений нерудного минерального сырья. М., „Недра“, 1965.
12. Боровиков П.П. Типы слюдоносных зон и основные факторы, контролирующие их размещение в земной коре. Докт. дис. ВСЕГЕИ, 1965.

13. Булгаков В. С., Панченко В. И. Об определении оптимальных параметров поисковой сети для выявления слепых пегматитовых тел. – Изв. вузов. Геология и разведка, 1967, № 12.
14. Бунтин Г. Н. О генезисе мусковитовых пегматитов Северной Карелии. – Уч. зап. ЛГУ, сер. геол.-почв. наук, 1940, № 9.
15. Горлов Н. В. Некоторые закономерности залегания пегматитовых тел в гнейсах архея. – В кн.: Метод. руководство по геол. картированию метаморф. комплексов. М., Госгеолтехиздат, 1957.
16. Горлов Н. В. Структура беломорид. Л., „Наука“, 1967.
17. Григорьев П. К. Слюдяные пегматиты Северной Карелии. – В кн.: Слюды СССР. М.–Л., ОНТИ, 1937.
18. Гришин А. С. О связи физических свойств пород, вмещающих слюдоносные пегматиты, с особенностями их вещественного состава. – В кн.: Минералогия и геохимия докембрия Карелии. Л., „Наука“, 1971.
19. Гришин А. С., Голод М. И. Физические поля слюдяных месторождений Северной Карелии и их геологическая природа. – В кн.: Критерии рудоносности метасоматитов. Алма-Ата, 1969.
20. Гришин А. С., Голод М. И. О геохимическом и петрофизическом ореоле слюдяных пегматитов. – В кн.: Научн. основы геохим. методов поисков м-ний полезных ископаемых и оценки потенц. рудоносности магмат. и метаморф. комплексов докембрия. Апатиты, 1972.
21. Гродницкий Л. Л. Текстурно-минералогическая классификация слюдоносных пегматитов Северной Карелии. Геология слюдяных месторождений Карелии и Кольского полуострова, методика их разведки и промышленное использование слюды. Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, вып. 4. Петрозаводск, 1969.
22. Гродницкий Л. Л. Сравнительная петрографо-минералогическая характеристика слюдяных пегматитов Чупы и Ены. Тезисы докладов геологической межобластной конференции по проблеме „Геология и полезные ископаемые Карелии“. Петрозаводск, 1971. (Карельск. филиал АН СССР, Ин-т геологии).
23. Гродницкий Л. Л., Манаев Н. М. О геохимическом составе биотитов из пегматитов Северной Карелии. Минералогия и геохимия докембрия Карелии. Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, вып. 7, Л., „Наука“, 1971.
24. Гродницкий Л. Л., Мартынов В. П., Соколов В. И. Некоторые структурные особенности полевых шпатов из пегматитов беломорид (на примере Северной Карелии и Кольского полуострова). Тезисы докладов геологической межобластной конференции по проблеме „Геология и полезные ископаемые Карелии“. Петрозаводск, 1971. (Карельск. филиал АН СССР, Ин-т геологии).
25. Дубовик М. М., Либман Э. П. Две жизни чудесного камня. М., „Недра“, 1966.
26. Иванов Г. В. О вероятности встречи слюды буровой скважиной. М., Промстройиздат, 1956. (Труды ВНИИасбоцемента, вып. 5).
27. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям слюды (мусковита, флогопита и вермикулита). М., Госгеолтехиздат, 1962. (ГКЗ).
28. Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., „Недра“, 1964.
29. Кукушкин А. И. Некоторые вопросы геологии и метаморфизма гнейсов архея северо-западного Беломорья. Изд-во ЛГУ, 1965. (Труды Ленингр. о-ва естествоиспытателей, т. 75, вып. 1).
30. Лунина О. П. Временная инструкция на опробование слюдоносных пегматитов по керну буровых колонковых скважин. Изд. СЗТУ, 1958.



31. Лунина О. П. О новом методе опробования слюдоносных пегматитов. - „Разведка и охрана недр“, 1963, № 2.
32. Лунина О. П. Методика опробования слюдоносных пегматитов Северной Карелии по керну буровых колонковых скважин. Автореф. канд. дис. Ленингр. горн. ин-т, 1964.
33. Малышев И. И. Разъяснение о таблицах плотности разведочных выработок в инструкциях Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР. - „Разведка и охрана недр“, 1958, № 6.
34. Методические указания по производству геологоразведочных работ. Вып. IV. Разведка месторождений слюды. Сост. Г. Г. Родионов, Б. М. Роненсон, М. Д. Бритаев. М., Госгеолтехиздат, 1957. (ВИМС).
35. Мишарев Д. Т., Амеландов А. С., Захарченко А. И., Смирнова В. С. Стратиграфия, тектоника и пегматитоносность северо-западного Беломорья. - Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 1960, т. 31.
36. Мишарев Д. Т., Смирнова В. С., Солодкая Р. И. Геологическое строение и пегматитоносность беломорского комплекса (серии) архея. - В кн.: Матер. по геологии и полезн. ископаемым Северо-Запада РСФСР, вып. 1. Л., „Недра“, 1957.
37. Молостов А. С. Элементы вариационной статистики. М., „Урожай“, 1965.
38. Никаноров А. С. О генезисе пегматитов беломорского метаморфического комплекса. - В кн.: Слюды и пьезоопт. сырье, № 2. Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 1969, т. 147.
39. Никаноров А. С., Михайлов И. И. О температурах образования крупнокристаллического мусковита в слюдоносных пегматитах. - Зап. Всесоюз. минералог. о-ва, 1964, ч. 93, вып. 3.
40. Никитин В. Д. К генезису мусковитовых пегматитов Карелии. - Зап. Всесоюз. минералог. о-ва, 1950, ч. 79, вып. 4.
41. Никитин В. Д. Процессы перекристаллизации и метасоматоза в слюдоносных и керамических пегматитах. - Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1952, т. 27, вып. 2.
42. Никитин В. Д. Процессы и условия формирования месторождений керамических, слюдоносных и редкометальных пегматитов и их поисковые признаки. Автореф. докт. дис. Ленингр. горн. ин-т, 1957.
43. Никитин В. Д. К дискуссии о влиянии вмещающих горных пород на тип минерализации эндогенных месторождений (на примере пегматитов и жил с горным хрусталем). - Зап. Всесоюз. минералог. о-ва, 2-я сер., 1959, ч. 88.
44. Никитин В. Д. Условия формирования редкометальных и слюдоносных пегматитов. - Междунар. геол. конгресс, XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 17: Минералогия и генезис пегматитов. 1960.
45. Погребницкий Е. О., Иванов Н. В., Скропышев А. В., Марков А. К., Руденко Н. И., Терновой В. И. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., „Недра“, 1968.
46. Погребницкий Е. О., Марков А. К., Иванов Н. В., Парадеев С. В., Руденко Н. И., Скропышев А. В., Терновой В. И. Задачник для лабораторных занятий по курсу „Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых“. М., „Недра“, 1966.
47. Полин А. К. Газово-жидкие включения в минералах гнейсов „ореола пропаривания“ вокруг слюдоносных пегматитов. Тезисы докладов на межобластной конференции молодых ученых по теме: „Геология и полезные ископаемые докембрия Карельской АССР“. Петрозаводск, 1969. Ин-т геологии Карельск. филиала АН СССР, СЗТГУ, ИГПЕД, ЛГУ.

48. П о л и н А. К. Предварительные данные об околожильных офеолах слюдяных пегматитов (на примере одного из месторождений Северной Карелии). – Зап. Всесоюз. минералог. о-ва, 1970, ч. ХСІХ, вып. 5.
49. П о л и н А. К. Ореолы увеличения декрепитационной активности кварца полевошпатовой и кварцево-полевошпатовой фракций гнейсов как поисковый признак слюдоносных пегматитов. – В кн.: Минералогия и геохимия докембрия Карелии. Л., „Наука“, 1971. (Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, вып. 7).
50. П о л и н А. К., Н а л и в к и н А. Б. Изменения вмещающих слюдоносные пегматиты гнейсов как поисковый признак. Критерий рудности метасоматитов (материалы к симпозиуму). Алма-Ата, 1969. (Ин-т геологии Карельск. филиала АН СССР, Казах. НИИМС МГ СССР, Ин-т геол. наук АН Каз. ССР им. К.И. Сатпаева МГ СССР, ОНТИ, КазИМС).
51. П о л и н А. К., Э й г и р д Р. П. Некоторые особенности гранатов гнейсов одного из месторождений мусковита Северной Карелии как индикатор изменения геологических условий. – В кн.: Минералогия и геохимия докембрия Карелии. Л., „Наука“, 1971. (Труды Ин-та геологии Карельск. филиала АН СССР, вып. 7).
52. Р о д и о н о в Г. Г. Основные положения подсчета запасов слюдяных месторождений. – В кн.: Матер. по геологии слюдяных м-ний. М., Промстройиздат, 1952. (Гипрониислюда, вып. 1).
53. Р о д и о н о в Г. Г. Происхождение форм пегматитовых жил. М., Промстройиздат, 1956. (Труды ВНИИасбоцемент, вып. 5).
54. Р о д и о н о в Г. Г. Механизм образования пегматитовых тел. – В кн.: Геология м-ний редких элементов, вып. 7. М., Госгеолтехиздат, 1960.
55. Р о д и о н о в Г. Г. Пути улучшения методики разведки месторождений слюды (тезисы доклада). – В кн.: Матер. по методике разведки полезн. ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1962.
56. Р о д и о н о в Г. Г. Основные положения методики разведки слюдяных месторождений скважинами колонкового бурения и подсчета запасов. 1967. (ВИМС).
57. Р ы ц к Ю. Е. Тектонические условия формирования слюдяных пегматитов месторождения Плотина (Северная Карелия). – Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1959, т. XXXV, вып. 2.
58. Р ы ц к Ю. Е. Влияние дизъюнктивных нарушений на распределение пегматитов в северо-западном Беломорье. – Труды ВСЕГЕИ, нов. сер., 1962, т. 83.
59. Р ы ц к Ю. Е. Два генетических типа пегматитовых жил Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова. – Информ. сб. ВСЕГЕИ, 1962, № 55.
60. Р ы ц к Ю. Е. Роль тектоники в формировании слюдоносных пегматитов. – Междунар. геол. конгресс, 22 сессия. Докл. сов. геологов. 1965.
61. С а л ь е М. Е. Пегматиты Чупинского района и закономерности размещения в них мусковита (Северная Карелия). Автореф. канд. дис. Ленингр. горн. ин-т, 1963.
62. С к р о п ы ш е в А. В. О генетической классификации промышленных пегматитов Северной Карелии и направлении поисково-разведочных работ на слюду. – В кн.: Матер. по геологии м-ний слюды, вып. 2. М., Госгеолтехиздат, 1953.
63. С к р о п ы ш е в А. В. Геолого-промышленные типы месторождений слюдоносных пегматитов и их поисковые предпосылки. – Зап. Ленингр. горн. ин-та, 1965, т. 49, № 2.

64. Скропышев А. В. Поиски и разведка месторождений слюды-мусковита. Уч. пособие для заочных групп повышения квалификации ИТР геол.-развед. специальности. Ленингр. горн. ин-т. 1966.
65. Смирнов В. И., Прокофьев А. Е., Плотников Н. А., Борзунов В. М., Дюков А. И., Жданов М. А., Любимов М. А., Некипелов В. Е. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1960.
66. Тимофеев В. М. Петрография Карелии. - В кн.: Петрография СССР, сер. 1, вып. 5. Региональная петрография. Изд-во АН СССР, 1935.
67. Трушков Ю. Н. Основы расчета рациональной частоты выработок при разведке россыпей. - В кн.: Новое в методике и технике геол.-развед. работ, № 1. Л., Гостоптехиздат, 1968. (ВИТР).
68. Шуркин К. А., Горлов Н. В., Салье М. Е., Дук В. Л., Никитин Ю. В. Беломорский комплекс Северной Карелии и юго-запада Кольского полуострова. - Труды Лаб. геологии докембрия, 1962, вып. 14.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора . . . . .	3
Введение . . . . .	5
Глава I. Существующая методика разведки и подсчета запасов мусковита (Б. Я. Алексеев) . . . . .	8
Глава II. Геологическое строение Чупинско-Лоухского слюдоносного района и закономерности распространения мусковитовых пегматитов (Л. С. Голованова, Б. Я. Алексеев) . . . . .	20
Глава III. Структурно-минералогические и текстурные критерии оценки слюдоносности пегматитовых жил (Б. Я. Алексеев) . . . . .	40
Глава IV. Литолого-петрографические и структурно-тектонические признаки для выделения слюдоносных геологических блоков (Л. С. Голованова, Б. Я. Алексеев) . . . . .	57
Глава V. Морфометрические особенности слюдоносных пегматитовых жил (А. И. Крохин) . . . . .	68
Глава VI. Изменчивость ослоденения в пегматитовых жилах и в жилоносных геологических блоках (Б. Я. Алексеев, А. И. Крохин) . . . . .	75
Глава VII. Корреляционные зависимости между показателями ослоденения в пегматитовых жилах (Б. Я. Алексеев) . . . . .	82
Глава VIII. Основные положения „зонно-блокового“ метода разведки месторождений мусковита и подсчета запасов (Б. Я. Алексеев) . . . . .	85
Заключение (Б. Я. Алексеев) . . . . .	87
Литература . . . . .	89