

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ "ВИМС"

На правах рукописи

ШИЦОВ Владимир Владимирович

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ
ПЕГМАТИТОВ ЗАПАДНОГО БЕЛОМОРЬЯ

(Диссертация написана на русском языке)

Специальность 04.00.15 - Геология, поиск и разведка
нерудных месторождений

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва, 1977

1992 г.

Работа выполнена в Институте геологии Карельского филиала АН СССР.

Научный руководитель доктор геолого-минералогических наук, профессор Г.Г.Родионов (ВИМС)

Официальные оппоненты:

1. Доктор геолого-минералогических наук Д.М.Соколов (ИГГД).

2. Кандидат геолого-минералогических наук, доцент Б.Е.Карский (ИГРИ им.С.Орджоникидзе)

Ведущее предприятие: Карельская комплексная геолого-разведочная экспедиция Мингео РСФСР.

Автореферат разослан " " _____ 1977 г.

Защита диссертации состоится " 17 " марта 1977 г.

в 14 часов на заседании специализированного Совета Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (ВИМС) по адресу: г.Москва, Старомонетный пер., 29.

Заверенный учреждением отзыв (2 экземпляра) просьба направлять по адресу: 109017, г.Москва И-17, Старомонетный пер., 29, ВИМС, Учёному секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВИМСа.

Учёный секретарь,
кандидат геолого-минералогических наук

Скамина

С.Н.Кажкина



МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МИНЕРАЛЬНОГО СЕРЬЯ "ВИМС"

На правах рукописи

ШИЦОВ Владимир Владимирович

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ
ПЕГМАТИТОВ ЗАПАДНОГО БЕЛОМОРЬЯ

(Диссертация написана на русском языке)

Специальность 04.00.15 - Геология, поиск и разведка
верудных месторождений

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Москва, 1977

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Чупино-Лоухский район издавна известен как территория с высокими концентрациями месторождений слюды и керамического сырья. К началу исследований автора запасы мусковита на известных месторождениях северной Карелии стали истощаться и возникли серьезные затруднения с их приростом. Приказом министра геологии СССР Северо-Западному Геологическому управлению и научным организациям было предложено провести комплекс геологических и геофизических работ в районах с аналогичными геологическими условиями с целью выявления новых месторождений мусковита. Одним из них является территория исследований автора - Западное Беломорье. Здесь пегматитовые тела изучены неравномерно и неполно.

С 1964 года Институт геологии Карельского филиала АН СССР в числе других организаций принялся за решение поставленной задачи. Группа сотрудников этого Института под руководством М.М.Стенаря проводила комплексное изучение стратиграфии, тектоники, магматизма и метаморфизма пород района. В общий план этих исследований входила и данная реферлируемая работа.

Цель работы. Проанализировать геологическое положение различных по составу пегматитов беломорской подвижной области и увязать время их образования с циклами геологического развития на примере Западного Беломорья. Выявить структурно-тектоническую и термодинамическую обстановку формирования пегматитов и исследовать её влияние на метаморфизм горных пород. Оценить перспективы слюдяносности пегматитовых полей.

Методика и объем исследований. Поставленные задачи решались при проведении многолетних полевых работ (1966-1974 гг.) путем геологического картирования районов главнейших пегматитовых полей и проведения маршрутных пересечений толщи беломорид. Пегматитовые тела изучались при геологической документации по горным выработкам и естественным обнажениям. Во время полевых работ произведены многочисленные геологические описания, зарисовки, фотоснимки и собран каменный материал.

При камеральных работах было выполнено 149 силикатных

анализов пород и минералов, 489 элементо-определений редких щелочей методом фотометрии пламени, около 250 определений содержания отдельных элементов путем количественного спектрального анализа, произведено 150 анализов минералов рентгеноструктурным методом, инфракрасной спектрометрией, термографией, изучено около 500 шлифов и определены физические константы 100 минералов, а также проведен анализ имеющейся литературы. Температуры начала кристаллизации пегматитового расплава, образования первичных структурных разновидностей пегматитов и отдельных минералов определялись различными геотермометрами.

Научная новизна и практическая ценность работы. В геологической истории Западного Беломорья выявляются, по крайней мере, два архейских и один протерозойский периоды развития. Каждый период характеризовался своими дислокациями, магматизмом, в частности пегматитообразованием, и метаморфизмом.

Детальные исследования геологии ряда пегматитовых полей явились основанием для вывода о том, что благоприятные условия слюдообразования создаются только в пегматитах протерозойского времени.

Закономерности размещения мусковитовых пегматитов определяются структурами, сформировавшимися в результате многофазной и разноплановой складчатости. Наиболее тесная их связь намечается с наложенными на архейские сооружения структурами протерозойского периода, прослеживающимися как во внешней, так и во внутренней областях беломорид. Для данного района эти структуры описаны впервые.

Изучение показало, что пегматиты внешней области развития беломорид весьма своеобразны: они связаны с осадочными породами, измененными в условиях метаморфизма ставролит-биотит-кианит-мусковитовой субфации (по В.А.Глебовидкому) и имеют характерные парагенезисы и типоморфные особенности слагающих их минералов; они содержат ряд акцессорных редкометалльных минералов и промышленные концентрации мусковита, отличающегося по своей окраске от слюды Чупинского района. По особенностям минерализации, по РТ условиям образования они отличаются от слюдяных пегматитов и нами относятся к формации мусковит-редкометалльных

пегматитов.

В результате проведенных работ в районе выявлен новый тип слюдоносных пегматитов, получены данные, свидетельствующие о перспективности изученной территории на мусковит.

Реализация работы. Результаты исследований по теме диссертации автором докладывались на НТС Карельской комплексной экспедиции, обсуждались с геологами в полевой обстановке. В целях организации поисково-разведочных работ на слюду и керамическое сырье в районе изучения направлены рекомендации в Северную и Карельскую комплексные экспедиции Мингео РСФСР.

Апробация работы. По теме диссертации автором сделаны доклады на Межобластной конференции молодых ученых по теме "Геология и полезные ископаемые Карельской АССР" (Петрозаводск, 1969), на молодежной научной конференции по теме "Природные ресурсы Карелии и пути их рационального использования" (Петрозаводск, 1973), на Всесоюзной теоретической конференции "Геология и генезис мусковитовых пегматитов" (Ленинград, 1973), на втором Всесоюзном совещании "Геология и сырьевые ресурсы редких элементов в СССР" (Апатиты, 1974), на конференции молодых ученых и специалистов Карелии "Молодые ученые Карелии - девятой пятилетке" (Петрозаводск, 1976).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ в виде статей и тезисов.

Объем работы. Реферируемая работа, изложенная на 135 страницах машинописного текста, состоит из "Введения", семи глав и "Заключения". Диссертация иллюстрирована 72 рисунками и 29 таблицами, в том числе 17 таблиц помещены в приложении, включает список использованной отечественной и зарубежной литературы (145 наименований).

Обработка и анализ материалов осуществлялись в Институте геологии Карельского филиала АН СССР. Научный руководитель доктор геолого-минералогических наук, профессор Г.Г.Родионов (ВИМС).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. Краткий обзор истории изучения пегматитов Западного Беломорья

История изучения пегматитов Западного Беломорья, как и

всей Беломорской пегматитовой провинции, условно разделена на четыре этапа.

Для первого этапа (до 1917 г.) была типична кустарная добыча слюды из доступных с поверхности крупных пегматитовых тел.

Со вторым этапом (1917-1941 гг.) связаны мелкомасштабное картирование района, осуществленное К.М.Кошицен, Д.С.Неуструевым, Н.Г.Судовиковым, планомерные поисково-разведочные и тематические работы, в местах проявления пегматитов, под руководством Г.Н.Бунтина, Л.А.Косого, Л.А.Криста, Н.Л.Лупановой, С.Ф.Мартьянова, В.С.Смирновой, Д.С.Соколова, К.К.Судиславлева, В.А.Токарева.

На третьем этапе (с 1945 г.) преимущественно производственные исследования проводились в Ёнско-Чупинском промышленно-слюдоносном районе. Геологические работы и тематические исследования в Западном Беломорье были менее детальны. В них в разное время участвовали С.А.Дюков, В.И.Едовин, И.В.Карпинская, Е.М.Михайлюк, Д.Т.Мипарев, В.В.Сиваев, В.С.Смирнова, В.С.Степанов, Е.П.Чуйкина, К.А.Шуркин и др. Эти работы выявили отдельные слюдопроявления и позволили говорить о том, что район Западного Беломорья, возможно, промышленно-слюдоносен.

Детальное геологическое исследование Западного Беломорья начато с 1964 года, что является четвертым этапом его изучения. Анализ современного опыта изучения слюдоносных районов показывает, что установление закономерностей размещения и образования пегматитов, а также разработка критериев оценки их перспективности невозможно без комплексного геологического изучения. Это определяется тем, что пегматиты являются естественной частью геологических образований докембрия Балтийского щита. Они закономерно связаны с определенными комплексами метаморфических пород, с определенными тектоническими структурами и поэтому изучение пегматитов вне этих связей не может быть эффективно.

Глава II. Основные черты геологии Западного Беломорья

Многолетнее изучение геологии района выявило исключительную сложность строения внутренней и внешней области Бело-

морского блока.

В главе показано, что Геологическая история Западного Беломорья характеризуется длительной эволюцией, выраженной многократными дислокациями толщ пород, полициклическостью магматизма и метаморфизма.

Как было установлено предшествующими работами, в геологическом строении внутренней области исследованного района принимают участие суперкрупные и шутонические породы беломорского комплекса. Беломорская серия архейского возраста, входящая в беломорский комплекс, подразделена на керетскую, хетоламбинскую и чупинскую свиты (Стенарь, 1972). Керетская свита сложена, в основном, биотитовыми гнейсами с редкими прослоями амфиболитов в верхних горизонтах. В состав хетоламбинской свиты входят амфиболиты с прослоями гранат-биотитовых и амфиболсодержащих гнейсов (нижняя подсвита) и амфиболсодержащие гнейсы с прослоями амфиболитов (верхняя подсвита). В разрезе чупинской свиты характерна перемещаемость амфиболитов, биотитовых, гранат-биотитовых гнейсов (нижняя подсвита) и преобладание гранат-биотитовых с кианитом гнейсов с пропластками биотитовых сланцев и резе амфиболитов (верхняя подсвита). Керамические и мусковит-керамические пегматиты приурочены к образованиям хетоламбинской свиты, а мусковитовые пегматиты — чупинской свиты.

Особенностью тектонического строения беломорид является многообразие складчатых форм, полициклический характер развития структур в архейское и протерозойское время. Четко выражены структуры раннего периода (F_2) архейских деформаций северо-западного направления. К ним относятся Лоухский, Куозерский и Беломорский синклиналии, Приморский и Западный антиклиналии (Стенарь, 1972). Деформации второго архейского периода (F_2) наложены на ранние архейские складки. С этим периодом связано образование структур субширотного простирания. В третий период (F_3) возникли близмеридиональные и северо-восточные складки, развитые как к западу от беломорид в раннекарельских образованиях, так и в области развития архейских пород. Особенности изученных автором наложенных протерозойских структур изложены в главе IV при описании конкретных пегматитовых полей.

Таким образом снятые в раннем периоде (F_1) толщи пород длительное время сохраняли пластические свойства, о чем свидетельствует возникновение складчатых структур в последующие периоды архейской и протерозойской активизации (F_2 и F_3). В этом заключается своеобразная специфика дислокаций древних толщ Беломорья.

В главе отмечается, что интрузивные образования района представлены разновозрастными комплексами. К ним относятся ортоамфиболиты, пироксениты, перидотиты, габбро-нориты, гранатовые габбро, диабазовые порфириты, гранодиориты, граниты и другие породы. Отмечается также, что в архее развиты существенно плагиограниты, в отличие от плагиомикроклиновых гранитов протерозойского возраста. С гранитами, видимо, парагенетически связаны архейские и протерозойские пегматиты.

Вмещающие породы района являются полиметаморфическими. О.И.Володичевым (1972, 1975) были выделены в ряду метаморфической эволюции беломорского комплекса ассоциации разных фаций и субфаций, отвечающие условиям высоких давлений и средних температур. По схеме О.И.Володичева, которой придерживается автор, метаморфизм пород соответствовал фации дистеновых гнейсов, подразделенной на субфации дистен-ортоклазовых и дистен-микроклиновых гнейсов, и фации дистен-мусковитовых гнейсов.

В ранний период (F_1) региональный метаморфизм соответствовал субфации дистен-ортоклазовых гнейсов. Наиболее характерные ассоциации в породах представлены в таблице I. В последующие периоды породы были диафорированы в условиях, близких к изобарическим, с постепенным снижением температуры до субфации дистен-микроклиновых и фации дистен-мусковитовых гнейсов. Ассоциации в породах этих ступеней метаморфизма также представлены в таблице I. Такой тип метаморфизма определен как беломорский (Володичев, 1975). Физические условия беломорского типа метаморфизма характеризуются температурой в интервале 500–700°C (гранат-биотитовый термометр Перчука, 1970) и высоким давлением в пределах 10–14 кбар с использованием РТ-схемы минеральных фаций А.А.Маракушева (1968).

Особенность наложенного протерозойского метаморфизма

Таблица I

Наиболее характерные парагенетические ассоциации
в породах беломорского комплекса (по данным
Володичева, 1972)

1) Гр ₆₆₋₇₀ - Би ₃₀₋₃₅ - Пл ₂₉₋₃₂ - Ки - Кв	субфация дистен-орто- класовых гнейсов
2) Гр ₅₅ - Ро ₂₃ - Пл ₄₇₋₅₄ ± Ди, Скап, Кв	
3) Гр ₇₅₋₇₉ - Би ₃₇₋₄₁ - Пл ₂₈₋₃₃ - Ки - Кв	субфация дистен-микро-
4) Гр ₇₄₋₈₁ - Ро ₄₀₋₄₂ - Пл ₂₈₋₃₂ - Кв	клиновых гнейсов
5) Гр ₈₅₋₈₆ - Би ₄₅₋₄₉ - Пл ₂₈₋₂₉ - Ки-Му-Кв	фация дистен-мускови-
6) Гр ₈₄ - Ро ₄₉ - Пл ₃₀₋₃₂ - Эп-Ди-Кв+Скап	товых гнейсов

Цифры у гранатов, биотитов, роговых обманок - общая же-
лезистость, у плагиоклазов - % анортита.

внешней области Беломорского блока (зона сочленения карелид и беломорид) в сравнении с его внутренней областью выражена в уменьшении условий давления и в переходе к беломорско-лапландскому типу метаморфизма (в целом тип метаморфизма умеренных давлений). В беломорских породах в зоне наложенного метаморфизма этого типа появляются ассоциации со ставродитом, кордиеритом, силлиманитом, жедритом, куммингтонитом и антофиллитом. Такие ассоциации значительно реже отмечаются во внутренней области беломорид. Условия метаморфизма отвечают температурам не выше 600°C, давлениям не более 10 кбар.

Геологические особенности внешней зоны беломорид приводятся в работе по результатам изучения автором месторождений Слюдяной Бор, Хутор Половина, Пойкеш-лаамби. Формирование этого комплекса пород завершено в протерозойское время путем интенсивной тектонической переработки и перекристаллизации как архейских пород беломорского комплекса, так и раннепротерозойских образований. Здесь распространены пегматиты мусковит-редкометальной формации.

Следовательно, для геологического строения территории Западного Беломорья характерна длительная эволюция с многоактными деформациями, неоднократными проявлениями магматической деятельности и метаморфизма пород.

Глава III. Геология пегматитовых полей региона

На основе изучения отдельных участков или в целом месторождений пегматитов автором сделан вывод об архейском и протерозойском их возрасте. В работе показано, что потенциально промышленные слюдосодержащие пегматитовые тела образованы в протерозойский период активизации.

А р х е й с к и е п е г м а т и т ы

Группы архейских пегматитов формировались в беломорском комплексе в первый и второй периоды тектогенеза синхронно с проявлением регионального метаморфизма. Вещественный состав, внутреннее строение, геохимические особенности этих пегматитов неразрывно связаны с особенностями истории геологического развития беломорского комплекса в архее.

Геологические особенности целого ряда участков свидетельствуют, что пегматиты приурочены к складчатым структурам северо-западного направления. Геологические соотношения позволяют выявить, что эти пегматиты затронуты наложенными складчатыми деформациями в последующей позднеархейской и раннепротерозойской истории развития. На примере деформированных в процессе образования наложенной складчатости пегматитов Солодушных Луд Белого моря выясняется, что эти пегматитовые тела имеют согласные контакты с вмещающими породами. Размеры тел по простиранию составляют сотни метров, мощность - несколько метров. Характерной парагенетической ассоциацией в них является Гр_{63} - Би_{38} - Пл_{40} - Орт - Кв , синхронной по образованию с проявлением метаморфизма дистен-ортоклазовой субфации высоких давлений. Под влиянием наложенных деформаций в пегматитах выражено развитие катакластических и пойкилобластических структур с реликтами ранних гипидиоморфнозернистых и субграфических структур. Температура начала кристаллизации пегматита равна приблизительно 700°C (гранат-биотитовый термометр). Тип безрудный.

Пегматиты формировались и в течение второго архейского периода. Материалы по изучению ряда месторождений дают основания установить приуроченность пегматитовых тел к суб-

иротные наложенные структурам второго тектонического цикла. На примере района Блозера (Дипцов, 1969) фиксируется, что пегматитовые тела позднеархейского периода смяты в складки, разминзованы во время протерозойских дислокаций. Образующие их минералы катаклазированы, перекристаллизованы. Эти деформации наблюдаются в целой серии тел различных размеров по длине и мощности.

В одних пегматитах (оз.Заячье) образована ассоциация Gr_{80} -Би - Pl_{28} -Ми - Кв, в других (Пл-озеро) - Gr_{80} -Му- Pl_{30} -Кв. Образование указанных ассоциаций синхронно с диафторезом второго периода архея, которому соответствуют условия дистен-микроклиновой субфации или дистен-мусковитовой фации метаморфизма. Различия в парагенезисах обусловлены, вероятно, метаморфической зональностью. В строении пегматитовых тел выделяется гипидиоморфнозернистая, графическая структуры в блоки полевого шпата. Температура кристаллизации блозерских мусковитосодержащих пегматитов равна 550°C , определенная по сосуществованию гранату и биотиту. Присутствие мелкого мусковита в некоторых телах не придаст им практической ценности.

Протерозойские пегматиты

В промышленном отношении протерозойские пегматиты заслуживают внимания. Они распространены в Западном Беломорье как среди образований беломорского комплекса архея, так и пород раннего протерозоя.

В диссертации на основании полученных материалов при геолого-структурном картировании этих площадей приведены характеристики трех типичных пегматитовых полей: 1) пегматитового поля мусковитовой формации - наиболее типичного представителя пегматитовых месторождений внутренней области беломорид; 2) пегматитового поля мусковит-редкометальной формации, встреченного в этой же области; 3) пегматитового поля мусковит-редкометальной формации, расположенного во внешней области беломорид (зоне сочленения карелид и беломорид).

1. Полубоярское поле мусковитовых пегматитов находится в Лоухском районе и относится к ядерной части региональной структуры северо-западного простирания - Лоухскому синклинорию. Поле слагает породы верхней подсвиты Чупинской свиты.

Особенность тектонического развития месторождения является сложное строение как результат разноплановой складчатости. В позднем архее сформирована на участке месторождения относительно крупная Вехкозерская вубширотная синклиinalная складка с размахом крыльев около 1,8 километра, наложенная на раннюю структуру северо-западного направления. В раннепротерозойский период структура снова была смята в систему складок субмеридионального направления. Образованы симметричные открытые складки, имеющие максимальную ширину до 0,6 километра и угол погружения шарниров - 30-50°. Все эти соотношения показаны на геолого-структурной карте Полубоярского пегматитового поля. Таким образом, в отличие от существующих представлений (Э.А.Поляк, Е.П.Чуйкина, Н.В.Горлов) о формировании структуры месторождения в один этап, установлен политектонический её характер.

На месторождении имеет место три возрастные группы взаимопересекающихся тел основных и ультраосновных пород. Тела ортоамфиболитов, принадлежащие к первой группе, пересекаются дружитями основного и ультраосновного состава второй группы, и те и другие испытали на себе воздействие протерозойских деформаций. Более поздним по возрасту является дайковый комплекс, включающий в себя диабазовые порфириды, ортоамфиболиты, не затронутые наложенными деформациями. Взаимоотношение конкретных интрузивных тел основного состава с кислыми породами доказывает разновозрастность кислых магматических пород. В архейское время формировались тела плагиогранитов, амфиболитов, гранит-пегматитов. В протерозойский период эти породы огнейсованы. Здесь же фиксируется реоморфизм архейских гранитов (дер.Полубояры). Наиболее поздними образованиями протерозойского гранитного ряда являются пегматитовые жилы. Постскладчатая разрывная тектоника затронула и вмещающие породы и пегматиты.

Термодинамические условия формирования складчатой структуры месторождения не были постоянными. Во вмещающих породах отмечаются реликтовые линзы тонкозернистых гнейсов, сформированных в условиях дистен-ортоклазовой субфации метаморфизма. Со вторым периодом связано образование мелкозернистых мигма-

тизированных гнейсов в условиях дистен-микроклиновой субфации. На третьем тектоно-метаморфическом этапе широко проявлен диафторез различной степени интенсивности, который четко устанавливается по поздним парагенезисам из насыщенных калием глиноземистых гнейсов: парагенетическая ассоциация Гр₈₇-Му-Бл₄₇-Пл₂₈-Кв соответствует условиям равновесного их образования при метаморфизме дистен-мусковитовой фации.

Пегматитовые полости приурочены к осевой плоскости субмеридиональных складок протерозойского периода (Шипцов, 1975), определяемых как складки второго или третьего порядка. Основные участки концентрации пегматитов объединяются в трех главных структурных зонах субмеридионального направления: Западная (Круглая губка, Плот-наволока, Прямой берег), Центральная (Шурупная ламбина, Мянд-наволока, Лисий Бор), Восточная (Каменная губка). В этих зонах пегматитовые тела имеют главным образом продольно-осевую ориентировку (СЗ 350-СВ 10°) по отношению к осевой плоскости протерозойских складок. В большинстве случаев полости образуются по трещинам отрыва. Средняя длина пегматитовых тел 50 метров и достигает 200 метров, мощность до 25 метров. Тела имеют плитообразную, пластинчатую или уплощенно-линзовидную формы. Отмечается кулисообразность в их расположении.

Мусковитовые пегматиты залегают в глиноземистых или речке в биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсах на контакте с глиноземистыми гнейсами, что дает основание рассматривать их как одну фациальную группу. В этой фациальной группе выделяются следующие типы пегматитов: мусковит-биотит-олигоклазовый (по классификации Л.Л. Гродницкого) (ж. I Мянд-наволока), мусковит-олигоклазовый (ж. 4, 5 Мянд-наволока), мусковит-микроклин-олигоклазовый (ж. 2 Мянд-наволока, ж. I Плот-наволока), мусковит-биотит-олигоклаз-микроклиновый (ж. I Круглой губки).

2. Плотнотамбинское поле мусковитовых пегматитов с аксессуарной редкометальной минерализацией находится в Лоухском районе и размещено во внутренней зоне беломорид. Впервые пегматиты с аксессуарной редкометальной минерализацией были выявлены на месторождении Плотная ламбина (Михайлик и др., 1952г.). На Плотнотамбинском пегматитовом поле нами проведены исследования.

В геологическом строении пегматитового поля принимают участие мигматизированные биотитовые, амфибол-биотитовые гнейсы верхней подсвиты керетской свиты и полосчатые амфиболиты с прослоями гранат-биотитовых гнейсов нижней подсвиты хетоламбинской свиты.

Архейская толща пород северо-западного простирания в пределах поля смята в серию складок субширотного направления второго периода (F_2), затем в протерозойское время образовалась система складок северо-восточного направления с размахом крыльев в несколько сот метров. Это обусловило сложное тектоническое строение поля. Элементы этих структур отчетливо различаются на составленной геолого-структурной карте поля.

Деформации сопровождались метаморфизмом и внедрением интрузивных пород от основных до кислых.

В районе распространены габбро-нориты. Эти основные породы сминаются и будинируются протерозойской складчатостью. Здесь же имеет место поздние дайки диабазовых порфиритов, не участвующих в складчатости. Кислые породы представлены наиболее древними огнейсованными гранитами, а также алитами и более молодыми реоэорфизованными гранитами. Протерозойские пегматиты являются последними образованиями гранитного ряда. Они пересекают габбро-нориты и пересекаются в свою очередь диабазовыми порфиритами.

Ранний метаморфизм фиксируется по ассоциациям $Gr - Ro - Pl$ в среднезернистых полосчатых гранатовых амфиболитах субфации дистен-микроклиновых гнейсов. В протерозойское время проявлен наложенный метаморфизм, который отчетливо отмечается в амфиболитах. В результате диафтореза образованы средне-крупнозернистые амфиболиты с единичными зернами крупного граната и эпидота. Как ассоциации в амфиболитах, так и парагенетические ассоциации в мусковит-биотитовых гнейсах $Mu - Bi - Pl - Kz$ соответствуют условиям дистен-мусковитовой фации.

О.И.Володичевым (1975) в этом районе отмечено проявление метаморфизма кианит-силлиманитового типа в породах беломорского комплекса. В местах, где залегают пегматиты с признаками акцессорной редкометалльной минерализации, зафиксиро-

ваны в диафторированных амфиболитах парагенетические ассоциации с кианитом, соответствующие этому типу метаморфизма. По ряду признаков породы диафторитов метаморфизованы в условиях ставродит-биотит-кианит-мусковитовой субфации (по В.А. Глебовицкому, 1973).

Пространственно зона распространения протерозойского диафтореза приурочена преимущественно к осевым частям складок северо-восточного направления или сопутствующим им зонам разрывных нарушений этого же направления.

Пространственная ориентировка протерозойских пегматитов имеет четыре системы направлений: СЗ 350-355°; СВ 30-40°; СВ 70-85°; СЗ 300-310°. Такая ориентировка пегматитовых тел находится в зависимости от трещин растяжения, образованных при формировании субширотных и северо-восточных складок. По отношению к осевой плоскости складок пегматиты залегают параллельно или перпендикулярно. Выделены два морфогенетических типа - продольно и поперечно-осевые.

Пегматитовые тела имеют разнообразные формы и размеры. Наиболее характерными являются пластинчатые, штокоподобные и линзовидные тела. Билы пластинчатой формы достигают по простиранию 160 метров при мощности до 30 метров. Штокоподобные имеют максимальные размеры 85 x 45 метров.

Пегматиты залегают в амфибол-биотитовых гнейсах или гранат-эпидотовых и эпидотовых амфиболитах. Большинство из них представляют собой безрудные тела, относящиеся к биотит-микроклин-олигоклазовому (к. I, 83) или биотит-олигоклаз-микроклиновому (2,3,4,91,92) типам (по классификации Л.Л. Гродницкого). Однако здесь обнаруживаются отдельные пегматитовые тела (к. 82), по ряду признаков принадлежащие к формации мусковит-редкометалльных пегматитов. Здесь установлены пегматиты альбит-микроклинового состава с мусковитом.

3. Слюдяноборское поле мусковитовых пегматитов с акцессорной редкометальной минерализацией находится в Белооморском районе и размещается в ядре Шуерецкого антиклинария северо-западного направления.

Пегматитовое поле сложено биотитовыми и амфибол-биотитовыми с микроклином и без микроклина гнейсами архея керет-

ской свиты. Своеобразие геологического строения месторождения заключено в том, что на уровне современного эрозионного среза сохранены останцы протерозойских пород в тектонических блоках среди поля пород архея. Протерозойские породы, относимые к допир (Стенарь, 1967 г.), представлены гвавролит и клинитсодержащими глиноземистыми гнейсо-сланцами, а также амфиболовыми сланцами.

Структура месторождения формировалась в результате тектонических деформаций в архее и протерозое. В архее на позднем этапе (F_2) породы керетской свиты смяты складками субширотного направления. В протерозойский период формировались складки северо-восточного направления как в архейских, так и протерозойских породах. Об этом свидетельствуют резкие изгибы осей субширотных складок, развитие на их крыльях глубоких поперечных структур, появление поперечных складок скалывания с кливажем осевой плоскости субмеридионального направления и пр.. Ранее, как известно, высказаны точки зрения (В.С.Смирнова, В.В.Сиваев) об архейском возрасте структуры,

На современную структуру Слюдяноборского пегматитового поля существенное влияние оказала разрывная постскладчатая тектоника, вызвавшая блоковое строение. Таким образом тектоническое строение пегматитового поля окончательно сформировалось в протерозое. Все эти структурные соотношения приведены на геолого-структурной карте данного поля.

В замках архейских субширотных складок внедрялись интрузии габбро. Тела их позднее будинированы. Кислый магматизм того же возраста выражен огнейсованными породами гранодиоритового ряда и пересекающими гранодиориты плагиомикроклиновыми гранитами. Пегматиты образованы в завершающую стадию проявления магматической активности.

Особенности метаморфизма проявлены по-разному в породах керетской свиты и раннего протерозоя. В первых фиксируются признаки раннего метаморфизма условий субфации дистен-микроклиновых гнейсов по ассоциациям $Gr - Po - Pl$ в среднезернистых подосчатых амфиболитах, а в протерозойское время здесь же установлены признаки наложенного метаморфизма беломорско-лапландского типа с появлением в амфиболитах ассоциации с

куинингтонитом. В протерозойской гнейсо-амфиболитовой толще четко фиксируются ассоциации последнего метаморфизма. В глиноземистых гнейсах наиболее характерна ассоциация Гр^{79-81} - Кл - Ст - Бн^{39-42} - Пл^{24-30} - Кв^2 Му, Хл, соответствующая условиям повышенных давлений ставролит-биотит-кванцит-мусковитовой субфации метаморфизма. Поздний метаморфизм в той или иной степени затронул все вмещающие породы и связан с деформациями северо-восточного (субмеридионального) направления.

На площади проявления протерозойского метаморфизма ставролит-биотит-кванцит-мусковитовой субфации формируются мусковитовые пегматиты с аксессуарной редкометальной минерализацией. Полости этих пегматитов возникли путем отслоения при изгибе без скольжения или частично параллельно осевым плоскостям протерозойских складок в разрывах северо-восточного направления.

Как можно видеть из приведенных графических материалов, мусковитовые пегматиты залегают в виде или пластовой формы с разветвлениями, линзовидных с раздувами и пережимами или неправильных форм. Размеры тел по простиранию 70-300 метров, мощность 2-60 метров.

На Слюдяноборском поле выделяются нами следующие парагенетические типы пегматитов: биотит-олигоклазовый (по классификации Л.Д.Гродницкого) (участок Восточный), мусковит-биотит-олигоклазовый с альбитом (х.16, 17), мусковит-микроклин-альбитовый (х.27, 28, 29), альбит-микроклиновый (х.4, 6).

Закономерности размещения слудоносных пегматитовых тел.

На примерах пегматитовых полей - Полубояры, Плотная ламбина, Слюдяной Бор, Постельное, Половина, Пойкеш-ламби и др. показано, что протерозойские пегматиты независимо от размеров и формы тел, согласного или секущего их залегания по отношению к слоистости вмещающих пород связаны с наложенными складками протерозойского периода северо-восточного или субмеридионального направления (Шипцов, 1975). Это подтверждает оценку многих исследователей Беломорья (Н.В.Горлов, Д.Т.Мишарев, Э.А.Поляк, Г.Г.Родионов, Л.Я.Сидоренко, П.П.Скаблячевский, Е.П.Чуйкина, К.А.Шуркин, В.А.Шустов и другие) о складчатом характере образования пегматитов в противоположность иному мне-

нид (П.П.Боровиков, В.Д.Никитин, Д.Е.Рыцк, А.В.Скропышев и другие) о связи формирования пегматитовых поместей с пост-складчатой дизъюнктивной тектоникой архейского времени.

Изучение показывает, что большинство жильных поместей образовано по трещинам растяжения, генезис которых установлен по ряду признаков (Горюнов, 1973). Теоретическими работами (Ситтера, де Ваарда, Хиллса, Ангирея и др.) доказана возможность образования при складчатости систем векущих трещин растяжения двух взаимоперпендикулярных направлений - параллельно или перпендикулярно осевой плоскости, а также системы трещин отслоения, возникающей при деформациях изгиба без скольжения. На территории пегматитовые тела ориентированы параллельно и перпендикулярно направлению простираения осевых плоскостей северо-восточных и субмеридиональных складок протерозойского периода. К ним относятся четыре выявленные основные направления простираения жил - СВ $30-40^{\circ}$, СЗ $300-310^{\circ}$, СЗ $350-00^{\circ}$, СВ $70-85^{\circ}$, помимо ориентировок согласных тел по отслоению и других менее распространенных. В исследуемом районе сформированы следующие морфогенетические группы тел - секущие продольные и поперечные по отношению к осевой плоскости наложенных протерозойских структур, а также тип согласных жил, расположенных по отслоению и связанных с деформациями этого же периода.

Глава IV. Особенности внутреннего строения и вещественного состава протерозойских пегматитовых тел Западного Беломорья

Соскладчатые пегматиты района гетерогенны - магматические и метасоматические. В магматических пегматитах отчетливо выделяются ранние минеральные парагенетические ассоциации: Би₄₇ Пл₁₈₋₂₅ Кв и Би₄₇₋₅₀ Ми - Пл₁₈₋₂₀ Кв - в пегматитах мусковитовой формации внутренней зоны беломорид; Би₄₇ Пл₁₈ - Кв и Би₄₇ Ми - Пл₁₈₋₂₀ Кв - пегматитах мусковит-редкометальной формации зона сочленения с карелидами. Эти ранние ассоциации слагают бесслынные, массивные, простого строения пегматиты широко распространенные в пределах полей. В местах их концентрации появляются пегматитовые тела сложного строения - основные промышленные объекты со слюдой и керамическим сырьем. В этих пегматитах выделяются три или, по крайней ме-

ре, две группы минеральных парагенетических ассоциаций: трехминеральные, двухминеральные и мономинеральные. Менее развиты метасоматические пегматиты, в которых проявлены постепенные переходы от вмещающих пород к пегматитам диаблассической унаследованно-полосчатой, теневой диаблассической или просто диаблассической структур. В связи с малой распространенностью и небольшой практической ценностью метасоматические пегматиты не рассматриваются.

По валовому содержанию слюды-мусковита в пегматитах внутренней зоны беломорид выделены подтипы бесслюдных (керамических), слюдяно-керамических и слюдяных пегматитов. Иды слюдосодержащих пегматитов по всем признакам похожи на промышленные северокарельские жилы. Это зональные тела с кварцевыми осями микроклин-плагиоклазового состава с коричневым мусковитом. Совершенно отличными оказались пегматиты зоны сочленения беломорид и карелид. Они относятся к мусковит-редкометальной формации. Для них характерны плагиоклаз, микроклин, зеленоватый мусковит, присутствие амазонита в блоковой зоне и сравнительно широкое проявление альбитизации.

Сопоставление мусковитовых и мусковит-редкометальных пегматитов показывает, что существует ряд различий между минералами, некоторые типоморфные особенности которых отражены в табл. 2.

Таблица 2

Некоторые типоморфные особенности минералов пегматитов разных типов

Главнейшие типоморфные особенности минералов	Тип пегматита	
	мусковитовые	мусковит-редкометальные
	Цегматоидный мусковит	
Сод. MgO, вес %	1,00 - 1,53	сл. - 0,61%
	Листовой биотит центральных частей пегматитового тела	
F (общая железистость)	50,5 - 59,4	72,1 - 73,9
	Микроклин блоковых частей	
ΔS (степень упорядоченности)	0,72 - 0,86	0,79 - 0,90

Продолжение табл. 2

	Плагиоклаз в зальбандах пегматита	
% анортита	18 - 24	13 - 18
	Плагиоклаз блоковых частей	
% анортита	12 - 16	5 - 13
	Гранат центральных частей сложных пегматитов	
Пироп, %	3,3 - 8,5	0,4 - 1,1
Спессартин, %	16,8 - 35,6	34,5 - 43,4

Кроме этого, надо отметить, что в главных породообразующих минералах мусковит-редкометалльных пегматитов концентрируются редкие щелочи и другие элементы-примеси. Состав этих пегматитов отличается присутствием акцессорной редкометалльной минерализации.

Для мусковитовых и мусковит-редкометалльных пегматитов отмечены в строении графические и блоковые структуры. Исследование минеральных составляющих в графических пегматитах показывает, что их соотношение различно (табл. 3).

Таблица 3

Соотношение минеральных составляющих в графических пегматитах разных типов

Минералы эвтектики:	Тип пегматита	
	Мусковитовые	Мусковит-редкометалльные
Кварц, %	21-23	23,5 - 25,0
Микроклин, %	77-79	75,0 - 77,5
Кварц, %	29-30	30 - 32
Плагиоклаз, %	70-71	68 - 70

Мономинеральные полевошпатовые зоны в пегматитах представлены плагиоклазом или микроклином. Окраска микроклина в мусковитовых пегматитах в неглиноземистых гнейсах - мясо-красная, кремная, розовая; глиноземистых гнейсах - матово-белая, а в мусковит-редкометалльных пегматитах в глиноземистых гнейсах - синеваато-серая, розовая.

В работе показано, что метасоматическая стадия в образовании пегматитов находит свое проявление на нескольких этапах. Для мусковитовых пегматитов наиболее характерными

являются этапы - калиевый, гидролиз и кремниевый. В мусковит-редкометалльных пегматитах зафиксирован поздний натриевый этап метасоматоза, помимо калиевого, гидролиза и кремниевого. С калиевым этапом связано образование блоков микроклина. Кварц-мусковитовая ассоциация формируется в процессе гидролиза полевых шпатов. На кремниевом этапе возникают неяснографические, пятнистые и петельчатые структуры. Для натриевого этапа весьма характерно образование альбита.

Промышленная слюда представлена, главным образом, пегматитовидным мусковитом, мусковитом кварц-мусковитовой ассоциации и мусковитом по биотиту. Кварц-мусковитовая ассоциация более характерна для мусковитовых пегматитов, а разновидность мусковита по биотиту формируется значительно чаще в мусковит-редкометалльном типе пегматита.

Распределение элементов - примесей в минералах пегматита неравномерно. Их содержания несколько варьируют в границах одной жилы, месторождения, ассоциации месторождений одного типа или подтипа пегматитов, но общий фон концентраций по ряду элементов - примесей (редкие щелочи, олово) отличен в мусковит-редкометалльных пегматитах от фона в мусковитовых пегматитах.

Таким образом пегматиты зоны сочленения весьма своеобразны по составу породообразующих минералов, их типоморфизму. Они содержат промышленные концентрации мусковита, отличающегося по своей окраске от слюды чупинской.

Глава У. Формации пегматитов Западного Беломорья

Для месторождений мусковитовых пегматитов давно подмечена их закономерная приуроченность к породам определенной фации метаморфизма (Д.С.Коржинский, Г.Г.Родионов, М.Е.Салье, В.М.Соколов, Н.Г.Судовиков, К.А.Шуркин и др.).

А.И.Гинзбург, Г.Г.Родионов (1960) показали зависимость образования отдельных типов пегматитов от условий глубинности их формирования. В дальнейшем (Родионов, 1964) были выделены формации пегматитов, отвечающие понятию "рудная формация" (Константинов, 1965). В соответствии с этой классификацией пегматиты Беломорской провинции относились к формации слюдяных (мусковитовых) пегматитов. В пределах восточной ча-

сти Бадтийского щита были установлены (Салье и др., 1971; Соколов, Глебовицкий и др., 1972, Салье, 1975) метаморфические пояса и связанные с ними металлогенические пегматитовые провинции мусковитовых, мусковит-редкометалльных и редкометалльных пегматитов. Несколько ранее этих последних работ наши исследования (Стенарь, Щипцов и др., 1974 г.) пегматитоносных районов Западного Беломорья позволили показать связь пегматитообразования со структурно-термодинамической обстановкой и выделить особую формацию мусковит-редкометалльных пегматитов (Щипцов, 1973), широко распространенных во внешней зоне беломорид, а также установить область распространения ранее известных мусковитовых пегматитов.

Формация мусковитовых пегматитов, как показано на примере мусковитовых месторождений Полубояры, Пиртозеро, Кудезма и других, пространственно связана с метаморфическими зонами дистен-мусковитовой фации. Эти месторождения имеют хорошую аналогию по составу и другим признакам с месторождениями пегматитов Северо-Западного Беломорья, залегающих в аналогичных метаморфических породах.

Формация мусковит-редкометалльных пегматитов, как можно видеть на примере месторождений Слдяной Бор, Половина, Поньгома, связана с зонами метаморфизма ставролит-биотит-кианит-мусковитовой субфации. Пегматиты подобных месторождений ранее включавшиеся в формацию редкометалльных пегматитов имеют все признаки отдельной формации: возникает в определенных условиях давлений, сложены характерными парагенезисами, которые отличаются типоморфными особенностями минералов, несут аксессуарную редкометалльную минерализацию, и, наконец, имеют геохимические особенности. Анализ особенностей минералов и их парагенезисов в незамещенных пегматитах позволяет заключить, что они являются продуктами пегматитового процесса, проходившего в характерных условиях повышенных давлений.

Относительные температуры образования мусковит-редкометалльных пегматитов, как отмечалось, равны или выше чем температуры образования сопоставимых минеральных ассоциаций или отдельных минералов из пегматитов мусковитовой формации (термометры Перчука, Барта, Рябчикова). Температура начала кристаллизации мусковит-редкометалльных пегматитов - 525-

-575°C, температура образования мономинеральных блоков зон в этих пегматитах 475-540°C, в отличие от мусковитовых пегматитов соответственно - 495-555°C и 480-520°C.

Таким образом образование мусковитов в пегматитах возможно при различных условиях глубинности. Мусковит как минерал присутствует и в собственно редкометалльных пегматитах и хрусталеносных, но высококачественный только в мусковитовых и в меньшей мере в мусковит-редкометалльных пегматитах.

Глава VI. Главнейшие геологические факторы контроля рудоносности пегматитов Западного Беломорья

На состав пегматитов оказывает влияние петрохимический состав вмещающих их пород. Зависимость и причинность конкретной связи мусковитоносных пегматитов с глиноземистыми породами обсуждалась в ряде работ (П.А.Борисов, П.К.Григорьев, Д.С.Коркинский, Г.Н.Бунтин; В.Д.Никитин, М.Е.Салье, В.А.Бабошин, Д.Е.Рыцк, И.В.Давиденко, С.И.Макиевский и др.).

Рассматриваемые породы Западного Беломорья сопоставимы с продуктивными образованиями других районов Беломорской пегматитовой провинции как по коэффициенту глиноземистости

$$\left[\text{Al} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + 2\text{CaO})}{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot 100\% \right] \text{ равному } 28,9-59,2$$

для пород беломорской серии и 31,6-67,2 - для сходных образований раннего протерозоя, так и по общей железистости (соответственно 48-64% и 50-68%), а также по относительному содержанию воды (до 2,88%). Сходство этих важнейших показателей свидетельствует о наличии благоприятных условий для слюдообразования в Западном Беломорье.

Обогащенные блоковым микроклином керамические пегматиты приурочены к площадям развития амфиболсодержащих биотитовых плагиомикроклиновых гнейсов, что тоже благоприятно.

Как показал опыт работ в Чупинском районе, мусковит-керамические пегматиты не обнаруживают столь явной связи с характером состава вмещающих пород ни здесь ни в других районах.

На состав пегматитов, как уже отмечалось и как это видно из таблицы 4, влияют условия регионального метаморфизма, и распространение, на широких площадях или в узких зонах диафторитов, пород фации дистен-мусковитовых гнейсов или субфации став-

ролит-биотит-кианит-мусковитовой субфации служит достоверным поисковым признаком наличия соответственно мусковитовых или мусковит-редкометалльных пегматитов.

Таблица 4

Парагенетические ассоциации эндоконтактных и экзоконтактных зон пегматитов и насыщенных калием вмещающих их гнейсов

а) Внутренняя область беломорид
безрудные пегматиты

Фация метаморфизма дистено- вых гнейсов	Положение парагенетичес- кой ассоциации
Гр ₆₃ -Би ₃₈ -Орт-Ки-Пл ₄₀ -Кв	эндоконтакт
Гр ₆₁ -Би ₃₀ -Орт-Ки-Пл ₃₀₋₃₃ -Кв	экзоконтакт
Гр ₆₁ -64-Би ₂₉₋₃₁ -Орт-Ки-Пл ₂₉₋₃₂ -Кв	гликоземистый гнейс

Мусковитовые пегматиты

Фация метаморфизма дистен- мусковитовых гнейсов	Положение парагенетичес- кой ассоциации
Гр ₈₇ -Би ₄₇ -Му-Пл ₂₅ -Кв+ Ми	эндоконтакт
Гр ₈₄ -Би ₄₆ -Му-Пл ₂₆₋₂₈ -Кв	экзоконтакт
Гр ₈₆ -Би ₄₅₋₄₉ -Му-Ки-Пл ₂₈₋₃₂ -Кв	глиноземистый гнейс

б) Внешняя область беломорид (зона сочленения)
Мусковит-редкометалльные пегматиты

Ставролит-биотит-кианит- мусковитовая субфация	Положение парагенетичес- кой ассоциации
Гр ₈₅ -Би ₄₇ -Му-Пл ₁₈₋₂₂ -Кв	эндоконтакт
Гр ₈₆ -Би ₄₂ -Ст-Му-Пл ₂₃₋₂₅ -Кв	экзоконтакт
Гр ₇₉ -81-Би ₃₉₋₄₁ -Ст-Пл ₂₅₋₃₀ -Кв+Хл, Му	глиноземистый гнейс

Особенности геохимии пегматитов региона и образование аксессуарных редкометалльных минералов в мусковит-редкометалльных пегматитах, обусловлены режимом давления, помимо особенностей кислого магматизма. При формировании мусковитовых пегматитов характерны условия более низкой щелочности по сравнению с мусковит-редкометалльными пегматитами. При снижении давления в условиях метаморфизма беломорско-лапландского типа геохимическая обстановка метасоматических процессов становится

ся более мелочной и благоприятной для образования мусковит-редкометалльных пегматитов. Для последних характерны на этом этапе альбитизация, большая обогащенность микроклином и редкими мелочами.

Глава VII. Критерии прогнозирования пегматитов. Прогноз и оценка перспектив пегматитоносности региона

При проведении комплексных геологических исследований, как видно из предыдущего, особое внимание было уделено установлению взаимосвязи пегматитообразования с общими региональными тектоническими и метаморфическими процессами, а также разработке критериев прогнозирования рудоносности пегматитов. Оценка перспектив рудоносности пегматитов основывалась на трех главных группах критериев: геологических (тектонические, литологические, метаморфические), минералогических (типоморфные свойства минералов), минералого-геохимических (различия в концентрации элементов-примесей в породообразующих минералах). На основе этих критериев в Западном Беломорье выделены потенциальные площади на поиски месторождений рудных пегматитов и ряд конкретных объектов (месторождений или участков), по которым даны практические рекомендации по организации и дальнейшему эффективному направлению поисково-разведочных работ. В качестве наиболее перспективной площади, исходя из прогнозных критериев, является зона сочленения беломорид и карелид.

З а к л ю ч е н и е

Таким образом, защищаемые автором положения сводятся к следующему:

1. Геологическое развитие изученного района носило полициклический характер. Выделены три периода формирования структур: ранний и поздний архейские и протерозойский. Каждый период характеризовался своеобразиями дислокаций, магматизма и, в частности, пегматитообразования, так архейские пегматиты — безрудные, протерозойские относятся к формациям — мусковитовых и мусковит-редкометалльных пегматитов.

2. Известные по предшествующим исследованиям архейские региональные северо-западные структуры Западного Беломорья были усложнены в позднеархейское время широкими складчатыми

структурами, а в протерозойский период – северо-восточными или близмеридиональными структурами. Протерозойские пегматиты связаны с наложенными на архейские структуры складчатости сооружениями протерозойского периода и закономерно размещаются в их крыльях и осевых зонах.

3. Западное Беломорье представляет собой область проявления полиметаморфизма. Метаморфизованные в архее породы беломорского комплекса претерпели диафторез в протерозойское время. При этом минеральные ассоциации горных пород, образованные в условиях высокого давления /метаморфизм беломорского типа/, во внешней области беломорид сменились ассоциациями, возникшими в условиях повышенного давления /метаморфизм беломорско-лапландского типа/.

Протерозойские мусковитовые пегматиты образованы синхронно с регрессивным метаморфизмом вмещающих пород дистен-мусковитовой фации, а протерозойские редкометалльно-мусковитовые – ставролит-биотит-кианит-мусковитовой субфации.

4. Выделена формация мусковит-редкометалльных пегматитов /зона сочленения беломорид и карелид/, образованная в условиях более низких давлений, но более высоких температур, чем формация мусковитовых пегматитов. Формация характеризуется особенностями состава минеральных ассоциаций, наличием типоморфизма породообразующих минералов, специфической акцессорной редкометалльной минерализацией, а также закономерной связью с породами ставролит-биотит-кианит-мусковитовой субфации метаморфизма.

5. Для минеральных ассоциаций выделенной формации характерно присутствие светлозеленого мусковита и значительных количеств альбита. Породообразующие минералы пегматитов рассматриваемой формации по своему типоморфизму отличаются от мусковитовых пегматитов; так их биотит характеризуется повышенной железистостью, мусковит, микроклин и некоторые другие минералы – повышенным содержанием щелочей и пр. Все это является характерными признаками принадлежности пегматитов к данной формации.

В результате исследований разработаны поисковые критерии, составлена прогнозная карта пегматитоносности территории Западного Беломорья и рекомендованы перспективные участки на мусковит и керамическое сырье.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. О слюдяных пегматитах района Пюозера (Западное Беломорье). Тезисы докладов на Межобластной конференции молодых учёных по теме "Геология и полезные ископаемые докембрия Карельской АССР", Петрозаводск, 1969.

2. Беломориды Западного Беломорья. Тезисы докладов геологической Межобластной конференции по проблеме "Геология и полезные ископаемые Карелии", Петрозаводск, 1971 (соавторы М.М.Стенарь, В.С.Степанов, О.И.Володичев, Е.И.Систра).

3. Геологическая экскурсия на участке оз.Пюозеро. Путеводитель геологической экскурсии по Карелии к Международной конференции по тектонике докембрия Восточной части Балтийского щита. Петрозаводск, 1971 (на русск. и англ. яз.) (соавтор М.М.Стенарь).

4. Особенности условий образования и специфика пегматитов мусковитово-редкометальной формации центральной части Западного Беломорья. Тезисы докладов на Всесоюзной теоретической конференции "Геология и генезис мусковитовых пегматитов", Л-д, 1973.

5. О метаморфическом факторе формирования мусковитовых пегматитов (район центральной части Западного Беломорья). Там же (соавтор О.И.Володичев).

6. Характеристика и последовательность формирования структур отдельных районов Западного Беломорья. Участок озер Пюозеро-Телячье. В кн.: Этапы тектонического развития докембрия Карелии. Тр. Ин-та геол. Карельск. филиала АН СССР, вып. 18, "Наука", Л., 1973 (соавтор М.М.Стенарь).

7. О некоторых химических и физических особенностях мусковитов из различных пегматитовых формаций центральной части Западного Беломорья. Тезисы докладов Молодежной научной конференции по теме "Природные ресурсы Карелии и пути их рационального использования", Петрозаводск, 1973.

8. Карельские пегматиты с редкометальной минерализацией. Тезисы докладов Второго Всесоюзного совещания "Геология и сырьевые ресурсы редких элементов в СССР", Апатиты, 1974 (соавторы Г.П.Сафронова, М.М.Стенарь).

9. Типоморфные особенности мусковитов и биотитов из пегматитов центральной части Западного Беломорья. В сб.: Минералы-индикаторы особенностей вмещающей их среды. "Наука", Л-д, 1975.

10. Закономерности размещения мусковитовых пегматитов центральной части Западного Беломорья в связи с наложенными структурами. В кн.: Геология слюдоносных районов и слюдяных месторождений Карело-Кольского региона и их разведка. Тр. Карельск. фил-ла АН СССР ин-та геол., в.24, Петрозаводск, 1975.

11. О метаморфическом факторе формирования мусковитовых пегматитов (район центральной части Западного Беломорья). В кн.: Мусковитовые пегматиты СССР. "Наука", Л-д, 1975, (соавтор О.И.Володичев).

12. К вопросу о выделении формаций пегматитов в Западном Беломорье. Тезисы докладов на конференции молодых ученых и специалистов Карелии "Молодые ученые Карелии - девятой пятилетке", Петрозаводск, 1975.

13. Критерии оценки слюдоносности пегматитов Западного Беломорья. В сб.: Пегматиты северной Карелии и Кольского полуострова. "Карелия", Петрозаводск, 1977.

14. Некоторые минералого-геохимические особенности пегматитов района озер Постельное - Плотная ламбина. Там же.