

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Препринт

М. Г. Федотова

КАЛЕДОНСКАЯ
ЖИЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ
МУРМАНСКОГО
И БЕЛОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖИЙ
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Апатиты

1990

Печатается по постановлению Президиума ордена Ленина
Кольского научного центра им. С.М.Кирова АН СССР

Подведен итог многолетнего изучения флюорит-барит-кальцит-кварцевых жил с халькопирит-пирит-марказит-галенит-сфалеритовым оруденением или минерализацией. Они относятся к единой формации средне- низкотемпературных образований, связанных с каледонской активизацией, и характеризуются закономерной последовательностью выделения минералов и текстурно-структурными особенностями, отражающими средне- низкотемпературные условия минералообразования.

Работа рассчитана на широкий круг специалистов-геологов, занимающихся вопросами металлогении, геодинамики, теорией и практикой учения о полезных ископаемых, в частности баритом, флюоритом, свинцом, цинком, самородным серебром и др.

Редактор: кандидат геолого-минералогических наук Ш.А. Федотов

Annotation

Several zones (areas, belts) of tectonomagmatic activation have been revealed on the Murman and Belomorian coasts of the Kola Peninsula. Barite-fluorite-amethyst-calcite-quartzitic veins with galenite-sphalerite mineralisation or metallisation are abundant there. Migmatized granites and gneisses of the Kola-Belomorian series, Early-proterozoic diabase dykes are veins host rocks. Two stages of mineral formation have been established: 1) polymetallic one early including all the phases of the formation of the chalcopyrite-pyrite-galenite-sphalerite assemblage with quartz, calcite and barite; 2) alkaline stage, genetically related to alkaline magmatism of the Paleozoic age, which manifested itself in Belomorian veins by the formation of fluorite-apophyllite-prehnite-pectolite-calcite paragenetic association.

The source of the matter of the polymetallic stage is nonmagmatic. The investigation of mineral of the veins, their typomorphic peculiarities, isotopic composition of the lead of the galenite, sulphur of sulphide and sulphate minerals, strontium in barites as well as the study of geochemistry of the host rocks suggests plurality of the matter sources and polygenity of the ore lead, the influence of the host rocks upon the composition of the veins.

КАЛЕДОНСКАЯ ЖИЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ
МУРМАНСКОГО И БЕЛОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖИЙ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В работе подводится итог многолетнего изучения флюорит-барит-кальцит-кварцевых жил с халькопирит-пирит-марказит-галенит-сфалеритовым оруденением или минерализацией. По преобладанию того или иного минерала жилы могут быть сфалерит-галенитовыми, баритовыми, аметистовыми, флюоритовыми, кварцевыми и кальцитовыми, но детальное изучение позволяет выявить в каждом из названных типов все перечисленные выше минералы. Они относятся к единой каледонской формации средне-низкотемпературных образований, связанных с тектонической активизацией, и приурочены к долгоживущим глубинным разломам, разделяющим области погружающегося морского дна и воздымающегося цита.

Обсуждаемые жилы характеризуются определенным минеральным парагенезисом, закономерной последовательностью выделения и зональным распределением минералов, а также сохранностью первичных структур и текстур, свидетельствующих о небольшой глубине образования.

Эти признаки позволяют однозначно отличать проявления каледонской минерализации от широко распространенных на Кольском полуострове более древних кварцевых и кальцитовых жил, переживших региональный метаморфизм и здесь не описываемых.

На Мурманском побережье гидротермальные жилы распространены от границы с Норвегией до Ивановской губы. Нами детально изучены жилы в Печенгском районе и обследованы жильные проявления остальных участков побережья (рис. I).

В Печенгском районе жильные проявления были известны еще в XVI веке (Рожков, 1885; Потемкин, 1965), а как "месторождения" свинцового блеска описывались Д. Килем (1873), С. Буковецким (1884), Л. И. Подгаецким (1890, 1891), М. П. Мельниковым (1893), Д. А. Поповичем (1911, 1915), С. А. Конради (1913), летом 1913 г. ревизией жил занимался Ф. Р. Тегенгрэн с ассистентами (Наувап, 1932).

Жилы встречаются группами или "кустами" в прибрежной части губ и заливов. В настоящее время выявлено более 50 крупных жил с оруденением, которые располагаются в районах Базарной, Долгой,



Рис. I. Схема размещения участков развития гидротермальной минерализации.

Западно-Мурманское побережье:
 1. Базарная губа.
 2. Долгая щель. 3. Печенгская губа.
 4. Мыс Вестник.
 5. Кутовая губа.
 6. Титовская губа.
 7. Кислая губа.
 8. Зеленецкая губа.
 9. Ярншная, Дальнезеленецкая губы и побережье бывшего становища Шельпино.

10. Сухая, Дроздовская и Ивановская губы. Беломорское побережье:
 10. Острова и побережье Порей губы. II. Елдокоровский навалок.
 12. Поселок Умба. 13. Мыс Корабль. 14. Устье р. Поной.
 Пунктирными линиями показаны древние разломы, они же являются и разломами новейшей тектоники.

Печенгской губ. По территориальному признаку Х. Хаузенем (Hausep, 1932) выделены группы жил: Базарной губы (10 жил), Раиса (8 жил), Виктория-Эдвард (6 жил), Самуил (3 жилы), Черная Лудка (5 жил), София (2 жилы). В процессе исследования нами были обнаружены жилы у Немецкой бухты (6 жил), Ристиниеми (4 жилы) и Печенгской губы (3 жилы). Все они в совокупности образуют единое рудное поле, обладающее определенной внутренней структурой. Оно пространственно приурочено к береговой линии Баренцева моря и протягивается вдоль берега на расстоянии свыше 25 км. Жилы начинаются у береговой линии и уходят вглубь суши на 2-3 км.

Печенгский район развития гидротермальных жил сложен сильно мигматизированными гнейсами кольской серии, прорванными архейскими олигоклазовыми и более молодыми микроклиновыми и плагиомикроклиновыми гранитами, а также мафическими дайками, которые имеют широкое распространение.

Установлено две системы трещин, в которых локализуются рудные жилы: северо-восточная (Виктория, Самуил-2, Раисы, Хильдурны и др.) и субширотная (Софья, Эдвард, Анна, Самуил-I). Жилы северо-восточного простирания локализуются в зонах милонитизации, секущих гнейсовидность почти под прямым углом, и нередко следуют

вдоль даек кварцевых метадолеритов. Субширотные жилы располагаются в зонах милонитизации, совпадающих с простираением гнейсовидности пород. Эти жилы не обнаруживают пространственной связи с дайками метадолеритов. Две системы трещин, вмещающих свинцово-цинковые жилы, рассматриваются как системы сопряженных трещин скальвания. (Федотова, 1973, 1980). Расположение жил на контакте мафических даек или внутри их давало основание некоторым исследователям предполагать наличие генетической связи между теми и другими. Изучая рудоносность района, М.П.Мельников (1890) связывал ее с "диоритами". В дальнейшем о парагенетической связи жил и даек высказывались и другие исследователи (Виноградов, Тарасов, Зыков, 1959; Горбунов, 1968).

Современный этап исследования жил начался с решения вопроса о возрасте даек, входящих в ассоциацию вмещающих гидротермальные жилы пород, а также с решения вопроса об источниках вещества гидротермальных жил и их генетической связи с последним дожилым проявлением магматизма в районе.

На полуостровах Рыбачьем и Среднем дайки пересекают гиперборейские отложения, поэтому считалось, что все дайки района имеют постгиперборейский возраст. При детальном изучении было установлено, что дайки имеют разный возраст (Федотова, 1971; Федотова, Федотов, 1972).

На полуостровах Рыбачьем и Среднем дайки долеритов имеют возраст 500 млн. лет (K-Ar метод), а гидротермальные жилы связаны пространственно с раннепротерозойскими дайками метадолеритов, оценки возраста которых K-Ar методом дают цифры 1550-1870 млн. лет. Единичные дайки долеритов, установленные в архейских гнейсах в районе максимального развития минерализации обсуждаемого типа, также как и долериты Рыбачьего и Среднего гидротермальных жил не содержат.

По своей морфологии гидротермальные жилы Печенгского района сложные. Они состоят из многочисленных мелких прожилков с апофизами и разветвлениями, переходящими в зоны рудных и безрудных брекчий. Мощность жил изменяется от сантиметров до 0.5 м, достигая в раздувах 2 м. По простираению жилы прослеживаются на расстоянии от 70 до 1500 м (ж. Самуил-I) и 2500 м (ж. Виктория), с перерывами на участках длиной в десятки и даже сотни метров; в естественных обнажениях по падению они прослежены на 250 м. Минерализация жил крайне неравномерная - участки с высоким содер-

жанием галенита и сфалерита разделяются безрудными кварцевыми интервалами. Околорудные изменения вмещающих пород проявились слабо и выразились в их окварцевании, хлоритизации, местами в пиритизации.

Для жил характерны (Федотова, 1971а) полосчатые, крустификационные, друзовые, брекчиевые текстуры и большое разнообразие структур, среди которых чаще всего встречаются зернистая, пойкитовая, коррозионная, метазернистая, эмульсионная и катакластическая. Изучение текстурно-структурных особенностей свинцово-цинковых руд из жил Печенгского района показало, что их формирование происходило в сложной тектонической обстановке при многократном дроблении и цементации руд в условиях относительно низких температур кристаллизации и на небольшой глубине от поверхности. Многообразие текстур определяется двумя главными факторами: тектоникой и физико-химической эволюцией гидротермальных растворов. Тектоника обусловила возникновение полостей трех типов: брекчированных зон, явившихся основой всех брекчированных текстур; открытых полостей, в которых отлагались руды массивной, крустификационной, вкрапленной и пятнистой текстур; серий сближенных мелких трещин, где проявились прожилковые текстуры. Последовательное изменение состава минерализующих растворов, циркулирующих в тектонических полостях, способствовало усложнению текстурных типов руд.

Изучение текстурно-структурных особенностей руд и взаимоотношений минералов в жилах позволило выделить для свинцово-цинковых жил следующие стадии минералообразования: 1) сфалеритовую, 2) кварц-галенитовую, 3) халькопиритовую, 4) карбонатную, 5) баритовую и 6) пирит-кварцевую (Федотова, 1970).

Специфическая особенность оруденения выражается в простоте вещественного состава. Из сульфидов наиболее распространены сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, марказит. Нерудные жильные минералы представлены кварцем, баритом, кальцитом и редко микроклином (Федотова и др., 1971; Федотова, 1974). В некоторых жилах проявилась вертикальная зональность, связанная с отложением минералов в последовательности (снизу-вверх) сфалерит - галенит, со сменой кварца карбонатом, а затем баритом.

Главные элементы-примеси в рудных минералах: в сфалерите - медь, кадмий, кобальт, галлий, германий, марганец и серебро (Федотова, Галибин, 1972; Федотова и др., 1982) (табл. I);

Таблица I
Содержание элементов-примесей в сфалеритах (вес.%)
из гидротермальных жил Кольского полуострова

Кол-во анализов	Генерации	Fe	Cd	Cu	Co	Ga	Ge	Mn	Ag
Мурманское побережье									
36	I	4.90*	0.32	0.12	0.01	0.014	0.027	0.005	0.004
I	2	4.25*	0.10	0.13	0.01	0.050	0.040	0.005	0.005
4	3	1.80*	0.16	0.06	0.007	0.002	0.006	0.005	0.0003
Беломорское побережье									
4	I	4.70*	0.40	0.05	0.04	0.020	0.006?	0.04	0.004
5	2	0.40*	0.45	0.01	0.02	0.0004	0.002?	0.04	0.0004
Мурманское побережье									
52	I	5.25	0.30	0.18	0.02	0.037	0.050	0.007	—**
Беломорское побережье									
34	I+2	3.60	0.50	0.08	0.40	0.03	0.007	0.03	-
2I	I	4.50	0.33	0.12	0.60	0.04	0.007	0.04	-
13	2	1.60	0.70	0.01	0.10	0.004	0.007	0.010	-

Примечание. В верхней половине таблицы данные спектрального количественного анализа, аналитик В.А.Галибин; в нижней половине - лазерного микроанализа, аналитик С.П.Атаманова.

*Химический анализ, аналитики В.А.Ингуран, Г.П.Зайцевская.

**Определено в относительных единицах.

в галените - серебро, сурьма, редко и в ничтожных количествах висмут, медь, цинк (Федотова, 1969; Федотова, Галибин, 1972; Федотова, Атаманова, 1979) (табл.2); в пирите - медь, никель, кобальт, марганец и серебро (Федотова, Галибин, 1972) (табл.3). Содержания серебра в галените и цинка, галлия и германия в сфалерите увеличиваются в верхних частях жил, что свидетельствует о наличии вертикальной зональности в распределении элементов-примесей главных минералов жил. В кальците обнаружен марганец, в барите - стронций (Parushen, 1967; Федотова и др., 1986) (табл.4).

Таблица 2

Содержание элементов-примесей в галените из различных жил
Печенгского района (вес.%)

Жила	Количество проб	Ag			Sb		
		от	до	среднее	от	до	среднее
Виктория	25	0.04	0.15	0.082	0.013	0.09	0.036
Эдуард-1	5	0.01	0.095	0.048	0.012	0.042	0.025
Эдуард-2	2	0.07	0.07	0.07	0.038	0.040	0.039
Анна-1	3	0.04	0.14	0.067	0.03	0.071	0.049
Анна-2	5	0.044	0.10	0.076	0.014	0.033	0.019
Самуил-1	12	0.06	0.23	0.141	0.018	0.064	0.031
Самуил-2	5	0.05	0.16	0.10	0.022	0.036	0.023
Самуил-3	3	0.08	0.12	0.10	0.010	0.042	0.022
Софья	6	0.045	0.13	0.08	0.031	0.048	0.033
Раиса-4	2	0.11	0.13	0.12	0.019	0.025	0.022
Раиса-2	1	0.10	0.10	0.10	0.027	0.027	0.027
Раиса-7	8	0.08	0.17	0.119	0.015	0.032	0.023
Черная Лудка-1	1	0.044	0.044	0.044	0.070	0.070	0.070
Черная Лудка-2	1	0.07	0.07	0.07	0.046	0.046	0.046
Базарная-6	1	0.058	0.058	0.058	0.038	0.038	0.038
Базарная-9	2	0.035	0.08	0.05	0.015	0.021	0.018
Базарная-2	1	0.045	0.045	0.045	0.052	0.052	0.052
Базарная-1	1	0.043	0.043	0.043	0.038	0.038	0.038
Среднее	84	0.01	0.23	0.097	0.010	0.09	0.032

Таблица 3

Содержание элементов-примесей в пиритах (вес.%)
из гидротермальных жил Мурманского побережья

№ пробы	Жила, губа	Породы	Cu	Ni	Co	Mn
1	2	3	4	5	6	7
Свинцово-цинковые жилы Печенгского района						
538	Виктория	Биотитовый гнейс	0.0007	0.006	-	0.03
544	"	"	0.003	0.010	-	-
536	"	Гранат-биотитовый гнейс	0.004	0.04	0.008	0.01
462	"	"	0.006	0.02	-	0.10

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
552	Виктория	Гранат-биотитовый гнейс	0.0008	0.030	-	-
245	"	"	0.002	0.015	-	-
572	"	"	0.003	0.015	-	0.01
572A	"	"	0.0035	0.0047	-	0.01
224	"	Метадолерит	0.010	0.48	0.18	0.01
560	"	Биотитовый гнейс	0.004	0.015	-	0.06
560A	"	"	0.0063	0.0044	-	0.01
286	"	"	0.003	0.015	-	0.05
203	"	"	0.005	0.01	-	0.01
196	Эдуард-1	Гранат-биотитовый	0.0006	0.008	-	-
457	Раиса-7	"	0.010	0.015	-	0.01
464	Раиса-7	Метадолерит	0.003	0.71	0.09	-
108	Самуил-1	"	0.015	0.03	0.25	-
117	"	Биотитовый гнейс	0.079	0.015	0.008	-
137	Самуил-2	Метадолерит	0.002	0.09	0.08	-
512	"	"	0.019	0.2	0.2	-
516	"	"	0.008	0.05	0.22	-
525	"	Гранат-биотитовый гнейс	0.001	0.01	-	0.01
525A	"	"	0.0018	0.0018	-	0.01
25/86	Немецкая	Биотитовый гнейс	0.001	0.001	-	0.01
25/86A	"	"	0.0046	0.0022	-	-
Среднее			0.008	0.08	0.05	0.01
Среднее в пирите, залегающем в метадолерите			0.009	0.26	0.17	0.01
Среднее в пирите, залегающем в гнейсах			0.007	0.013	0.001	0.02
46/86	Кутовая	Метадолерит	0.019	0.0044	0.002	не опр.
46/86A	"	"	0.021	0.0019	0.002	0.01
52/86	"	Метагаббронорит	0.005	0.0080	0.0006	не опр.
52/86A	"	"	0.004	0.012	0.002	0.15
23/87	Титовская	Гранит	0.009	0.0012	0.001	0.02
23/87A	"	"	0.005	0.0026	0.0012	не опр.

1	2	3	4	5	6	7
1044	Ярмышная	Гранит	0.005	0.0010	0.0010	0.01
15/87Б	Ивановская	-"	0.31	0.016	0.0012	не опр.

Примечание. Аналитики М.Ф.Лялина, Г.Р.Ожигова, В.В.Ильичева.

Многие исследователи признают множественность источников гидротермальных растворов и независимость источников рудогенных элементов (Иенсен, 1960; Вольфсон, 1962; Предовский, 1967; Смирнов, 1968 и др.). Поэтому для свинцово-цинковых жил Печенгского района сделана попытка подойти к решению вопроса источника вещества разными методами: изучался изотопный состав серы, свинца в галенитах, стронция в баритах и анализировались связи содержания главных и второстепенных элементов - кремния, кальция, никеля, кобальта и железа в самих жилах и во вмещающих породах.

Изотопный состав серы определялся (в лаборатории ИГЕМ АН СССР В.И.Виноградовым) в сфалерите, галените, халькопирите, пирите и барите. Образцы отбирались из различных жил. Материал был подобран таким образом, чтобы он характеризовал все стадии минералообразования и различные генерации минералов. Полученные данные приведены в табл.4 в виде величины δS^{34} , показывающей относительное различие в изотопном составе серы изучаемого образца и серы, принимаемой за эталон.

Таблица 4

Изотопный состав серы в минералах из жил Печенгского района

Номер образца	Минерал	Место взятия	Стадия минерализации	Генерация	δS^{34}	
					‰	S ^{32/34}
351	Сфалерит	Софья	Сфалеритовая	I	+2.8	22.16
117	-"	Самуил-I	-"	I	-1.6	22.26
268	-"	Виктория	Карбонатная	3	-2.7	22.28
109	Галенит	Самуил-I	Кварц-галени- товая	I	-2.3	22.27
114	-"	-"	-"	I	-3.6	22.30
196	-"	Эдуард-I	Карбонатная	2	-2.7	22.28
127	Халько- пирит	Самуил-I	Халькопиритовая	I	-1.4	22.25
203	Пирит	Виктория	Пирит-кварцевая	2	+9.4	22.01
117	-"	Самуил-I	-"	2	-1.6	22.26

Продолжение таблицы 4

351	Барит	Софья	Баритовая	I	+21.3	21.75
338	"-	Базарная	"-	I	+27.9	21.60
114	"-	-3 Самуил-I	"-	I	+19.2	21.80

Примечание. Точность $\pm 0.5\%$.

Как видим, сера сульфидов имеет довольно однородный изотопный состав, близкий к метеоритному (Виноградов, 1967). Значения δS^{34} в целом для сульфидов изменяются в диапазоне от +9.4 до -3.6‰, причем для сфалерита они находятся в пределах от +2.8 до -2.7‰, для галенита - от 2.3 до -3.6 и для пирита - от +9.4 до -1.6‰. Более поздний пирит имеет несколько больший диапазон вариаций изотопного состава серы, что может быть вызвано заимствованием в процессе его образования серы ранее отложенных минералов или даже серы из вмещающих пород. По аналогии с другими месторождениями сульфатная сера рассматриваемых жил утяжелена по сравнению с сульфидной.

Свинцово-цинковые жилы Мурманского побережья относятся к широко распространенной группе гидротермальных месторождений с однородным близким к метеоритному изотопным составом сульфидной серы. В связи с тем, что трудно представить избирательное извлечение серы с близким к метеоритному отношением изотопов серы из вмещающих пород, предполагается, что сера галенитов и сфалеритов в описываемых жилах обязана своим происхождением глубинному овеинильному источнику.

Кроме того, данные определения изотопного состава серы сульфидных и сульфатных минералов позволили нам оценить температуру кристаллизации сфалерита и галенита. Согласно кривой зависимости степени фракционирования изотопов от изменения температуры для равновесной изотопной реакции $H_2S = SO_2^{2-}$ по Сакаи (Sakai, 1957), температура образования галенита и сфалерита из жилы Самуил-I при константах равновесия $\frac{22.26}{21.80} = 1.0211$ и $\frac{22.285}{21.80} = 1.0222$ равняется 290 и 310° соответственно. Температура образования гипогенных минералов находится в пределах от 335 до 165-115°C (Федотова, 1980). Полученные данные подтверждают ранее сделанный

нами вывод.

Изотопный состав свинца в галенитах из жил Печенгского района изучался в различных лабораториях (табл. 5). Полученные данные вскрывают большие вариации изотопного состава свинца, что является большой редкостью для одного месторождения.

Таблица 5

Изотопный состав свинца галенитов из жил
Печенгского района

Номер образца	Жила	Изотопный состав			Абсолютный возраст в млн. лет по графику	
		^{206}Pb	^{207}Pb	^{208}Pb	207/206	208/206
		204	204	204		
102	Базарная губа	16.81	15.05	35.24	960	990
103	Анна	16.84	15.07	35.32	950	980
104	Виктория	16.89	15.10	35.26	940	930
105	Черная Лудка	16.75	15.03	35.17	990	1020
106	Вайда губа	16.84	15.07	35.24	950	960
3	Евангер Фморд	16.91	15.25	36.68	930±80	
5	Базарная губа	17.54	15.59	37.34	630	
6	Эдуард	17.28	15.56	37.24	775	
155	Черная Лудка	17.70	15.76	37.48		
Ч-131	Виктория	15.972	15.263	36.103		
Ч-125	"	16.416	15.395	36.644		
Ч-145	"	17.371	15.585	37.291		
Ч-139	"	17.481	15.625	37.401		
Ч-151	"	17.392	15.553	37.273		
Ч-146	"	17.463	15.614	37.400		
Ф-626	Анна-2	17.699	15.638	37.607		
Ф-109	Самуил-1	17.402	15.609	37.355		
Ф-129	"	17.466	15.602	37.362		

Примечание. Обр. 102-106 - данные А.П. Виноградова, Л.С., Л.С. Та-расова, С.И. Зыкова (1959). Обр. 3 - данные Мурбаса и Вокса (Moorbath, Vokes, 1961). Обр. 5, 6 - данные Куово и Калпа (Kuovo, Kulp, 1961) Обр. 155 - анализировался в Центральной аналитической лаборатории экспедиции I ВИРГА рентгеноспектральным методом. Обр. Ч - данные И.В. Чернышева, В.И. Казанского (1978). Обр. 9 и Ф - материал М.Г. Федотовой.

Как полагает И.В. Чернышев (Чернышев, Казанский, 1978), ранние публикации по изотопному составу свинца весьма противоречивы. Результаты, полученные для жилы Эдуард в Ламонтской обсерватории Колумбийского университета точно соответствуют наметившейся изо-хроне в координатах $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. Данные А.П. Вино-градова с соавторами (1959) объясняются как содержащие

систематическую погрешность, допущенную при измерении.

Рудный свинец является смесью двух компонентов свинца, имеющих различный изотопный состав. Первый (древний) компонент свинца в чистом виде здесь не проявлен или И.В.Чернышевым не обнаружен. Наибольшую его примесь имеет свинец в жиле Виктория (Ч-131, Ч-125). Возраст этого компонента свинца или время его отделения от пород определено по точкам пересечения изохроны в координатах $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ с эволюционными кривыми. Эти пересечения дают возраст 2.9-2.6 млрд. лет. Второй (молодой) компонент, как и первый (древний), также отнесен к категории обыкновенных свинцов. Возраст процесса отделения этого свинца от материнских пород определяется в 300 и в 900 млн. лет (по разным эволюционным кривым). Сужение интервала возможного времени рудоотложения связано с необходимостью выбора более точной для данного региона кривой эволюции изотопного состава свинца. Сделать это сейчас невозможно, так как точные данные для изотопии свинца для пород и руд Кольского полуострова очень малочисленны.

Судя по соотношениям урановых изотопов свинца, можно заключить, что источники обоих компонентов располагались в нижних слоях земной коры, для которой характерно низкое содержание урана. Полученные датировки древнего компонента (2.9-2.6 млрд. лет) совпадают со временем метаморфизма и гранитизации пород кольской серии, когда, следовательно, и возникли первые обособления рудного свинца. В рифее-палеозое они были мобилизованы гидротермальными растворами и смешаны с более молодым компонентом (Чернышев, Казанский, 1978). В связи с тем, что в этом процессе свинец и цинк неотделимы друг от друга, видимо, и цинк заимствуется из вмещающих пород.

Таким образом, изучение изотопного состава жил позволило подойти к решению вопроса возраста и источника вещества жил.

Изотопный состав стронция в баритах изучался Э.В.Кравченко в лаборатории геохронологии Геологического института Кольского научного центра АН СССР (табл. 6). Полученные данные свидетельствуют о коровом источнике вещества, а существенные вариации

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ вскрывают его гетерогенность. Вероятно, основная часть стронция баритов заимствована минерализаторами из вмещающих пород. Вариации Pb/Sr и возраста пород отражены в достаточно широком интервале колебаний $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ баритов из гидротермальных жил

Таблица 6

Содержание и изотопный состав стронция из гидротермальных жил Мурманского побережья

Номер образца	Жила, губа	Вмещающие породы	SrO (%)	Изотопный состав $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (10^{-4})
Свинцово-цинковые жилы Печенгского района				
Бретьяково, Суолавуоно**		Биотитовый гнейс	0.75**	не опр.
6	"	"	0.81	"
338-Ф	Базарная-3	"	0.35	0.7128±4
303-Ф	Анна-I	"	1.47	0.7166±5
4 Суолавуоно**		Гранат-биотитовый гнейс	1.00**	не опр.
286-Ф	Виктория-I	Биотитовый гнейс	0.39	"
35I-Ф	Софья-I	Гранат-биотитовый гнейс	0.75	0.7200±8
60I-Ф	"	"	0.88	не опр.
3	Samuel**	"	0.92**	"
II4-Ф	Самуил-I	"	0.73	"
I29-Ф	"	"	0.00	0.7116±4
II0-Ф	"	"	1.10	не опр.
22/86	Немецкая	Биотитовый гнейс	1.23	"
22/86A	"	"	0.97*	"
22/86B	"	"	0.76	"
2I/86	"	"	0.96*	"
2I/86A	"	"	1.13	"
25/86	"	"	0.37*	"
8/86	"	"	0.78	"
II7/87	"	"	0.78*	"
Среднее			0.81	
44/86	Кутовая	Метадолерит	0.67	не опр.
44/86A	"	"	0.94*	"
27/86A	Ивановская	Гранит	1.50*	"
Среднее в барите Мурманского побережья			0.83	

Примечание. Аналитики Л. Ф. Ганнибал, *В. А. Победоносцев, **Pарunen, (1967).

Чтобы составить представление о той геохимической среде, в которой происходило отложение вещества гидротермальных жил, проводилось геохимическое опробование вмещающих пород. Так как в районе развития свинцово-цинковых жил наиболее распространены породы гнейсового комплекса, а жилы залегают на контакте с дайками кварцевых метадолеритов в таблице 7 приводятся результаты опробования этих пород. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание свинца, цинка и меди в породах гнейсового комплекса равно или выше кларкового.

Таблица 7

Содержание рудогенных и сопутствующих элементов (%) во вмещающих жилах породах Печенгского района

Породы	Кол-во проб	Pb 10^{-4}	Zn 10^{-3}	Cu 10^{-3}	Ni 10^{-3}	Co 10^{-3}	Mn 10^{-2}
Гнейсы кольской серии	11	$\frac{3-62}{20}$	$\frac{10-25}{14}$	$\frac{2-12}{7}$	$\frac{4-14}{7}$	$\frac{1-3}{1}$	$\frac{2-2}{4}$
Кларки (Виноградов, 1962)		20	8	6	9.5	2	6.5
Дайки кварцевых метадолеритов	20	$\frac{4-12}{12}$	$\frac{5-20}{8}$	$\frac{8-20}{14}$	$\frac{6-14}{10}$	$\frac{3-4}{3}$	$\frac{10-20}{13}$
Кларки (Виноградов, 1962)		8	13	10	16	4.5	20

Примечание. Содержания элементов, кроме Mn, определялись количественным спектральным методом аналитиками С.П.Атамановой, В.А.Галибиным, Г.Р.Ожиговой, М.Ф.Лялиной; концентрации Mn приведены по данным полуколичественного спектрального анализа Е.А.Медниковой. Над чертой - пределы содержаний, под чертой - среднее арифметическое.

Детально изучалось влияние химизма боковых пород на состав и количество элементов-примесей в главных рудных минералах жил. Этому изучению благоприятствовали сравнительно простой минеральный состав жил, выделение главной массы каждого минерала в одну из стадий процесса минералообразования, залегание жил в неоднородных породах и возможность получения мономинеральных фракций на большом протяжении жил. Оказалось, что в пиритах, образующихся на контакте с дайками кварцевых метадолеритов, содержания кобальта и никеля заметно выше, а марганца - ниже, чем в пиритах жил, залегающих в гнейсах (табл. 3). В пиритах выявлены минералы-носи-

тели никеля и кобальта - ульманнит и миллерит, а также герсдорфит.

Эти минералы не типичны для полиметаллических месторождений, в частности для рассматриваемых свинцово-цинковых жил. Появление их только на участках жил, залегающих в кварцевых метадолеритах, можно рассматривать как доказательство того, что никель и кобальт извлекаются из этих пород, несмотря на то, что концентрация никеля и кобальта в кварцевых метадолеритах ниже кларковых.

Итак, для свинцово-цинковых жил Печенгского района установлена множественность источников вещества; по-видимому, часть вещества имеет мантийное происхождение (S); часть заимствуется из кристаллического основания по пути следования растворов (Pb, Zn, Sr) или даже на месте отложения вещества (Ni, Co, Mn); из вмещающих могут заимствоваться элементы, находящиеся в количествах менее кларковых.

Жилы мыса Вестник. На перешейке между полуостровами Рыбачьим и Средним известны (Полканов, 1935) невыдержанные по мощности (от I до 10 см) и по простиранию (первые десятки метров) жилы. Они залегают в гиперборейских глинистых сланцах. Жилы сложены кальцитом и кварцем с редкой вкрапленностью галенита, сфалерита, пирита и халькопирита. В 1989 г. галенит из этих жил был передан доктору Кристеру Сандбладу (Швеция) для изучения изотопного состава свинца.

Жилы Кутовой губы. В районе перешейка между полуостровом Средним и материком обнаружены кальцитовые жилы с пиритом. Они располагаются на контакте дайки метадолерита и гранита и протягиваются на 20 м, имея северо-восточное простирание. Мощность жил от I до 5 см. В 5 км восточнее в дайке метагаббро-норита, залегающей в розовых гранитах, встречена кальцит-баритовая жила с пиритом в зальбандах. Мощность жилы изменяется от I см до 1.2 м. Раздвиг сложен крупнокристаллическим розовым баритом. Жила имеет северо-восточное простирание и прослеживается на 15 м.

На восточном берегу Титовской губы установлена кварц-кальцитовая жила с пиритом, мощностью 40 см. Вмещающими породами жилы являются амфиболиты и розовые микроклиновые граниты. Азимут простирания жилы СВ 20-30°, протяженность по простиранию 100 м. Жила имеет брекчиевую текстуру и сопровождается мелкими прожилками такого же состава, идущими параллельно основной жиле. В жеедках среднезернистого белого кварца наблюдается горный

хрусталь. Днее жилы, по простираию зоны, когда затухает минерализация, появляется мафическая дайка. Взаимоотношения жилы и дайки не видны. В других тектонических зонах побережья (губы Сеннуха и Кислуха) кварц-кальцитовая минерализация с пиритом встречается в мельчайших прожилках. В амфиболитах выявляются кальцитовые прожилки, в гранитах - кварцевые с жеодками горного хрусталя.

В Кислой губе (Ура-губа) обнаружена жила мощностью до 15 см. Азимут простираия жилы СВ 50° , к береговой полосе она подворачивается до СВ 30° . Жила залегает в сильно рассланцованных гранито-гнейсах в 10 м от дайки пикритового состава. Видимая длина жилы 7 м. Сложена она среднезернистым кварцем, переходящим в центре жилы в горный хрусталь, кальцитом, розовым микроклином и хлоритом.

В Кольском заливе, в его средней части, гидротермальной жильной минерализации обнаружено не было, что может быть связано с удаленностью этого района от сброса Карпинского, к которому тяготеют все изученные жилы.

На Восточно-Мурманском побережье по фондовым материалам (Л.Б.Роговенко, 1952 г.) известны жилы Зеленецкого мыса; нами они изучены в 1989 г. В связи с тем, что минерализация этих жил нигде не описана, а мощность их довольно значительна, то остановимся на их описании подробнее. На Зеленецком мысу условно можно выделить четыре жилы. Три из них располагаются в одной зоне дробления и милонитизации СЗ $290-320^{\circ}$ простираия и могут быть представлены, как серия прожилков, протягивающихся с СЗ на ЮВ на расстояние 2.5 км с перерывом в середине около 1 км. Юго-восточный конец зоны, выходящий в Зеленецкую губу, включает две жилы (1 и 2), видимых по простираию на 32 и 160 м, находящихся на 30 м друг от друга, имеющих мощность 20-30 см. Северо-западная часть зоны выходит на побережье Баренцева моря. Здесь жила (3) состоит из серии прожилков мощностью 1.10 м, 0.3 м, 0.3-0.5 м, а также массы мельчайших прожилков, пронизывающих зону мощностью 10 м. У береговой полосы на расстоянии 100 м мощность зоны дробления достигает 25 м. Эта жила прослежена на 600 м. Четвертая жила находится в 1 км на СВ от жилы 1 и 2 и представлена мельчайшими прожилками, пронизывающих гранито-гнейсы и граниты, как и жилы 1, 2, 3, а также дайку метадолерита.

Текстуры жил прожилковые и брекчиевые (жила 3). Обломки

гранита, диаметром 1-2 м, цементируются жильным веществом, главным образом, кальцитом и флюоритом. Жилы состоят из кальцита (70-100), кварца (30-100), флюорита (5-100%) и сульфидов. В основном они заполнены крупнокристаллическим или среднекристаллическим кальцитом (в зависимости от мощности жил) и среднекристаллическим флюоритом. Во вмещающих породах параллельно главной жиле следуют мономинеральные прожилки фиолетового флюорита и кальцита.

Флюорит. Минерал выделяется в виде сплошных масс, тонких прослоев, кристаллов и сростков кристаллов. Цвет минерала от темнофиолетового до светлофиолетового, розовый, зеленый, белый. Белые кристаллы прозрачны. Они имеют кубический габитус. Фиолетовые сростки кристаллов на щетках и в пустотках - октаэдрический. Кристаллы флюорита достигают до 1 см. Кварц образует щетки мелких кристаллов горного хрусталя и корочки на стенках полостей. Размер кристаллов до 0.5 см в длину. Кальцит в раздувах жил наблюдается в виде агрегатов крупных кристаллов, из которых можно выколоть спайные выколки размером 25x20x20 см; на щетках в пустотках наблюдаются скаленоэдрические прозрачные кристаллы до 2 см в длину. Цвет кальцита белый, розовый. Кристаллы и тонкие выколки прозрачны, в них наблюдается двуотражение. Сульфидные минералы редки. Галенит представлен в виде мелкой вкрапленности во всех жилах. Сфалерит обнаружен нами впервые в жилах в виде редкой, но довольно крупной вкрапленности в прибрежной части жилы 3. Цвет его светлокориичневый, по-видимому, по составу он близок к клейофану. Халькопирит очень редок. Гематит образует сростки пластинчатых кристаллов в пустотках, тонкие чешуйки и рубашки на фиолетовых кристаллах флюорита. Гипергенная минерализация почти не развита.

По принятой нами номенклатуре для гидротермальных жил Кольского полуострова жилы Зеленецкой губы имеют флюорит-кварц-кальцитовый состав с редкой вкрапленностью сульфидов. Особенностью жил можно считать отсутствие в них барита, кальцитовый состав, хотя вмещающими породами являются кислые породы - граниты. По составу, по форме выделения минералов жилы очень похожи на жилы Елокоровского наволока в Белом море (Федотова, 1979).

В районе побережья Ярнышной, Дальнезеленецкой губ и бывшего становища Шельпино обнаружены кварц-кальцитовые и анальцим-пренит-кальцитовые жилы (Федотова, 1981). Первые встречаются

группами или кустами и залегают преимущественно в гранитах. Одна из жил сечет дайку мегаллагиопорфирового метадолерита. Азимут простирания жил СВ $30-65^{\circ}$, падение на ЮВ, угол падения $70-90^{\circ}$. По простиранию они прослеживаются от берега моря на десятки и сотни метров (до 600 м). Мощность жил варьирует от I до I5 см, в раздувах до 2.5 м. Раздувы выполнены брекчией вмещающих пород, главным образом, гранитов, сцементированных кальцитом.

Главными жильными минералами являются кальцит и кварц, в жеедках которого встречается светлофиолетовый горный хрусталь. Жилы могут быть мономинерально кварцевыми или кальцитовыми. У кальцитовых жил контакты с вмещающими гранитами резкие, у кварцевых - наблюдаются переходные зоны, пронизанные мельчайшими сильно ветвящимися прожилками. Содержание сульфидных минералов не превышает 5-10%. Они представлены пиритом, марказитом (Марказит ..., 1901; Лупанова, 1935), галенитом, сфалеритом и калькопиритом. Три последних - встречаются значительно реже, чем пирит и марказит, и до нашего изучения не упоминались.

Анальцит-пренит-кальцитовые жилы залегают в телах и дайках пойкилоофитовых метадолеритов и аналогичны по составу гидротермальной минерализации, установленной Л.Л.Гарифулиным (1979) в эффузивах основного состава левобережья р.Вороньей. Они представляют собой штокверк мелких прожилков мощностью до 7 см, пронизывающих тектоническую зону с простиранием СЗ 310° и падением на ЮВ. Угол падения отдельных прожилков изменяется от 10 до 80° . Прожилки извилистые и быстро выклиниваются.

В районе п.Дроздовка (губы Сухая, Дроздовская, бывшее становище Варзино, Ивановская) выявлены жильное поле, небольшие жилы и изучены известные жилы. В каменном материале, собранном сотрудниками Кольской сверхглубокой скважины, нами был обнаружен светлофиолетовый горный хрусталь (аметист).

Жильное поле и жилы (губа Сухая) имеют северо-западное простирание ($300-350^{\circ}$). Протяженность поля 800 м, при ширине 150 м. Отдельные жилы тянутся от уреза воды на расстояние 300-400 м с перерывами. Мощность жил достигает 70 см. В 500 м западнее рудного поля выявлены жилы, простирание которых северо-восточное (СВ $10-85^{\circ}$), падение юго-восточное, угол падения почти вертикальный. Видимая длина жил 20-100 м, мощность до 40 см. Текстуры жил брекчиевая и прожилковая. Они залегают в древних гранитах и в пологих телах или в дайках пойкилоофитовых метадолеритов.

Состав жильной массы зависит от состава вмещающих пород. Жилы, залегающие в гранитах, имеют кварц-микроклин-барит-кальцитовый состав с пиритом, по которому развивается марказит, единичными зернами халькопирита и сфалерита. В одной из жил выявлен флюорит в виде мелкозернистых фиолетовых прожилков в кальците. Гидротермальные жилы, залегающие в метадолеритах, имеют анальцимовый или анальцим-кальцитовый состав. Если гидротермальные жилы залегают на контакте гранитов и метадолеритов, в них наблюдаются минералы обеих ассоциаций и жилы имеют анальцим-кварц-микроклин-барит-кальцитовый состав с пиритом. Причем, анальцим всегда занимает центральную часть жилы, располагаясь в жёздках в виде воднопрозрачных кристаллов тетрагонтриоктаэдрической формы, размером 1-2 мм. По-видимому, по времени образования он является одним из поздних минералов.

В описываемом районе широко распространены молодые щелочные дайки. Гидротермальная минерализация в них представлена кальцитом.

Таким образом, в жилах Западно-Мурманского побережья выявлена латеральная зональность. С запада на восток наблюдается смена барит-кальцит-кварцевых жил с галенит-сфалеритовым оруденением (минерализацией) через барит-кварц-кальцитовую с пиритом к бессульфидной кварц-кальцитовой. Такое изменение согласуется со стадиями минерализации и с вертикальной зональностью, установленной в наиболее крупных жилах Печенгского района, и объясняется снижением температуры минералообразования в восточном направлении или о различном эрозионном уровне жильной минерализации. Незначительное развитие сфалерита и галенита - минералов ранних стадий, появление светлоокрашенных кристаллов горного хрусталя и анальцима (низкотемпературного минерала) свидетельствуют о сравнительно низкотемпературных условиях минералообразования в жилах, а почти одинаковый состав жил об одинаковом эрозионном уровне гидротермальной минерализации на Восточно-Мурманском побережье.

Известные на сегодня каледонские жилы располагаются на побережье Кольского полуострова. Это может объясняться либо их связью с разломами, ограничивающими Кольский полуостров, например с так называемым сбросом Карпинского, либо гораздо лучшей обнаженностью прибрежной полосы, а может быть совокупностью этих причин. Во внутренних частях Кольского полуострова пробурено большое количество скважин, в разных районах имеются крупные

карьеры, но минерализация подобного типа нигде не отмечалась. Свинцово-цинковая минерализация наблюдалась нами в скважинах в Панских и Федоровых тундрах, г. Генеральской, а оруденение - в Печенгском рудном поле. По-видимому, эта минерализация (оруденение) генетически связана с поздними эпигенетическими медно-никелевыми рудами (Абзалов и др., 1988). Свинцово-цинковая минерализация в породах железисто-кремнистой формации Приимандровского района (Горяинов и др., 1967) отнесена авторами находки к аутигенной. Известные кварцевые жилы с полиметаллической минерализацией района р. Кусьёк (имандра-варзугская свита) залегают горизонтально и согласно с вмещающими породами, отличаются мелкозернистой структурой и массивной текстурой.

Кроме того, на самом Мурманском побережье наблюдается полное исчезновение жильной минерализации с удалением от зоны разлома, как это установлено на идеально обнаженном южном берегу среднего колена Кольского залива. В связи с этим, подтверждается наш вывод о приуроченности каледонской минерализации к долгоживущим глубинным разломам и в частности к глубинному разлому (сбросу Карпинского), определяющему северную береговую линию Кольского полуострова.

Сравнительное изучение жильной минерализации Мурманского побережья свидетельствует о максимальном ее развитии в Печенгском районе, в котором получили широкое развитие мафические дайки. Изучение парагенезиса даек и жильной минерализации - геологических объектов, генетически не связанных, полнее вскрывает эволюцию структурных зон, к которым они приурочены.

Как и в других районах, дайки и дайковые поля могут служить поисковым признаком на жильную минерализацию и должны рассматриваться как индикаторы потенциально рудоносных зон.

Состав жильной минерализации зависит от вмещающих пород.

На островах и побережье Белого моря расположены кварц-флюорит-барит-кальцитовые жилы с галенит-сфалеритовой минерализацией. На территории от Порьей губы (Кочинный маяк, Б. и М. Ильинские мысы, Катаранский мыс, побережье губы Педунихи, острова Медвежий, М. и Б. Хеды, Седловатый, Белозерский мыс) до п. Умба (мыс Елорковский, губа Хендалакша, мыс Ройменский) насчитывается более 70 крупных жил. Известны также жилы на Терском побережье (мыс Корабль, р. Кица) и в устье р. Поной.

В течение длительного времени изучения и освоения природных

богатств Кольского полуострова беломорские гидротермальные жилы неоднократно привлекали внимание как возможный источник самородного серебра свинцово-цинковых руд и, в меньшей степени, барита и флюорита. История находок самородного серебра на о. Медвежем описана в работах Н. В. Широкина (1835); А. Ф. Гебеля (архивные данные); В. Рожкова (1885); Ф. Н. Чернышева (1889); И. И. Гинзбурга (Гинзбурга) (1921); В. Новоченко (1923); А. Токарева (1923); Д. Белянкина и Б. Куплетского (1924); Д. Белянкина, В. Влодавца и А. Шимпфа (1924); Е. А. Салье (1932); А. Е. Ферсмана (1941); Э. П. Либмана (1954); А. А. Кузина (1961); М. М. Ефимова (1970); А. Ф. Ушакова (1972); Е. Эпштейна (1973) и других, но наиболее интересные сведения опубликованы в работе М. М. Максимова (1981).

Самородное серебро о. Медвежьего, найденное в 1732 г., описано в "Каталоге камней и окаменелостей Минерального кабинета кунсткамеры Академии наук" М. В. Ломоносовым в 1745 г. (Ломоносов, 1954). В 1747 г. при пожаре кунсткамеры в Петербурге погибла коллекция образцов руд и самородного серебра, присланных из Кольского уезда (Эпштейн, 1973), но несколько старых образцов серебра с о. Медвежьего сохранились и сейчас находятся в коллекции Минералогического музея АН СССР имени А. Е. Ферсмана. Это самородное серебро нами было изучено (Федотова, 1976).

Непосредственно свинцово-цинковыми жилами о. Медвежьего занимались И. И. Гинзбург (1921); Д. С. Белянкин, В. И. Влодавец, А. Г. Шимпф (1924), Д. С. Белянкин и Б. М. Куплетский (1924); В. И. Влодавец (1924), которые при описании полезных ископаемых уделяли большое внимание свинцу и цинку и в заключении о рудоносности района дали отрицательный отзыв. Результаты многочисленных новых исследований имеются в фондах СЗГТУ и других организаций и вошли в сводные печатные работы (Ферсман, 1941; Геология СССР, 1959). Новейший этап исследований начался в 1961 году в связи с работами Геологического института КНЦ АН СССР.

На побережье Белого моря жилы залегают в разнообразных по возрасту и составу породах от глубокометаморфизованных гнейсов и пород гранулитового комплекса (Порья губа), кварцевых диоритов и гранодиоритов среднепротерозойского умбинского комплекса (п. Умба) до слабодислоцированных песчаников и сланцев турьинской свиты (мыс Корабль). Простираение жил северо-восточное, обычно в пределах $40-80^{\circ}$, падение на северо-запад или юго-восток. Угол падения крутой до вертикального. Мощность жил колеблется от

сантиметра до 1,5–2 м. По простиранию они протягиваются на десятки и сотни метров. Размеры жил по падению не установлены. Форма рудных жил сложная. Редко они имеют правильную плитообразную форму и ровные контакты (о. Малый Хед). Чаще характерны многочисленные раздувы, апофизы, штокверковые участки, представляющие собой сложное переплетение маломощных жил. Такие участки переходят в зоны брекчий.

В отличие от жил Мурманского побережья они характеризуются невыдержанностью по мощности, простиранию и падению. Во многих жилах наблюдаются вкрапленные, пятнистые, массивные и прожилковые текстуры. Для аметистовых жил типична друзовая текстура. Менее развиты брекчиевая, кокардовая и крустификационная-полосчатая текстуры. В гидротермальных жилах Белого моря обнаружены (в порядке распространенности) сфалерит, галенит, халькопирит, пирит, борнит, марказит, молибденит и др. Из жильных минералов – кальцит, кварц, барит, флюорит, аметист, апофиллит (Лоскутов, Курбатова, 1965), пектолит, пренит (Федотова, 1972) и альбит. Реже встречаются гематит, куприт, малахит, азурит, самородная медь, ковеллин, каламин, гетит, гидрогетит, гипергенный флюорит, минерал типа соконита и другие продукты изменения сульфидов (Федотова, 1978).

Содержание перечисленных минералов изменчиво. Жилы района Порьей губы имеют сфалерит-галенитовый состав с кварц-кальцитовой или кальцитовой основной массой. Флюорит в жилах Порьей губы присутствует в ничтожных количествах. Восточнее, на Елокоровском наволоке известна флюорит-кварц-кальцитовая жила, представляющая интерес с точки зрения добычи флюорита (Федотова, 1979). На мысе Корабль главные минералы – кварц (аметист), флюорит и барит, а из сульфидов – халькопирит, марказит, борнит, последние в виде редкой вкрапленности в кварце. Гидротермальная минерализация представлена аметистовыми (Пушкин, 1971), баритовыми (Федотова, 1982), барит-флюорит-аметистовыми жилами. Еще далее на восток, в районе р. Кицы, развиты баритовые жилы.

Таким образом, в направлении с запада на восток кварц-кальцитовые жилы со сфалеритом и галенитом сменяются флюорит-кварц-кальцитовыми, где сульфиды играют меньшую роль, и далее аметистовыми и баритовыми жилами. Это, вероятно, объясняется как влиянием вмещающих пород, так и различной глубиной эрозионного среза. В Порьей губе обнажаются древние породы, содержащие много кальция, и нижние части жил, несущих свинцово-цинковую минерализацию, а в

районе Терского побережья – молодые терские песчаники и самые верхние части жил с аметистовой минерализацией.

Гидротермальную минерализацию устья р. Поной изучали В.Р. Ветрин (1972), а метасоматиты А.А. Калинин и С.И. Петров. Нами детально изучались лишь бариты этого района. Здесь, наряду с жилами обсуждаемой формации, широко развиты и более древние гидротермальные образования, преобразованные региональным метаморфизмом вместе с вмещающими осадочно-вулканогенными толщами Устьпонойской структуры. В основном гидротермальная каледонская минерализация содержит перечисленную ассоциацию. Появление таких минералов, как дигенит или халькозин, может быть обусловлено нечетким разделением жил разного возраста или влиянием древней минерализации или вмещающих пород, содержащих медь, на состав каледонских жил.

В беломорских гидротермальных жилах нами установлено два этапа минералообразования: 1. Полиметаллический ранний этап, включающий все стадии, связанные с формированием сфалерит-галенитовой минерализации с халькопиритом, кварцем, кальцитом, баритом и аметистом (?); 2. Поздний этап или этап щелочной минерализации, генетически связанный со щелочным магматизмом, развитым в этом районе. В этот этап выделились кальцит, флюорит, апофиллит, пектолит, пренит, альбит и др. Именно с ним связана перекристаллизация ранних сульфидов и образование прекрасных кристаллов клейофана и галенита в жилах о. Медвежьего. Вероятно, с этим этапом связано образование самородного серебра (Федотова, 1990). Кроме того, наличие указанных этапов позволили нам сделать вывод о полигенности минералообразования в жилах Беломорья.

Что касается возраста сфалерит-галенитовой минерализации Кольского полуострова, то жилы Мурманского побережья пересекают раннепротерозойские дайки метадолеритов (1550–1870 млн. лет), и сама жила пересекается дайкой щелочных пород (370 млн. лет). Микроклин, относящийся к конечным продуктам минерализации на Мурманском побережье имеет возраст 450 млн. лет. Все это свидетельствует о каледонском проявлении полиметаллического этапа минерализации. Наличие кварц-кальцитовых жил с вкрапленностью галенита, прорывающих гиперборейские отложения на полуострове Рыбачьем, подтверждает этот вывод.

Таким образом, гидротермальные жилы по времени образования отделены от даек, с которыми они связаны, промежутком не менее 1 млн. лет. Поэтому, как и предполагал А.Е. Ферсман (1941), связь

жил и даек следует рассматривать как пространственную или структурную. Время отложения пектолит-пренит-апофиллит-альбит-флюорит-кальцитовой парагенетической ассоциации, определенное по апофиллиту K-Ar -методом, оказалось равным 325 млн.лет (Жиров и др., 1969).

Общая схема процесса минералообразования в гидротермальных жилах Кольского полуострова представлена в табл. 8. Она включает все сведения, упомянутые нами выше.

Таким образом, сфалерит-галенитовые, баритовые, флюоритовые, амethystовые и другие жилы образуют единую рудную формацию, сходную по минеральному составу и условиям образования с низкотемпературными гидротермальными образованиями древних платформ и могут служить индикаторами процесса тектонической активизации, которые охватили в конце рифея-начале палеозоя восточную часть Балтийского щита.

Зоны активизации развиваются на докембрийском основании значительно эродированным к моменту проявления процессов активизации, и приурочены к долгоживущим глубинным разломам.

Как и месторождения, связанные с тектономагматической активизацией на других щитах древних платформ (Щеглов, 1976), они сформированы на незначительных глубинах, в условиях небольшого внешнего давления, в несколько стадий (и даже этапов), в них проявились вертикальная и горизонтальная зональности.

Описанная жильная минерализация отличается по составу. Эти различия объясняются влиянием вмещающих пород на состав жил, влиянием более позднего магматизма и различным уровнем эрозионного среза.

Таблица 8
 Схема процесса минералообразования в гидротермальных жилах Кольского полуострова

Побережье	Мурманское			Беломорское	
	Западно-Мурманское	Востоchno-Мурманское	Без названия	Полиметаллический (I)	Щелочной (II)
Этапы	Полиметаллический (I)	Полиметаллический (I)	Без названия (II)	Полиметаллический (I)	Щелочной (II)
Ассоциации	Сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-барит-кальцит-кварцевая	Сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-флюорит-кварц-барит-кальцитовая	Анальцим-натролит-пренит-кальцитовая	Сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-флюорит-аметист-кварц-барит-кальцитовая	Апофиллит-пектолит-пренит-самородный серебро-кальцитовая
Возраст	Каледонский (450 млн. лет)	Каледонский	Немного моложе, чем (I)	Каледонский (370-450 млн. лет)	Герцинский (325 млн. лет)
Источник вещества	Pb, Zn, Sr - заимствованы из древних вмещающих пород по пути следования растворов. Fe, Ni, Co, Cu, Si - заимствованы на месте отложения. S - ювенильная (мантийная) (?)	Такой же, как у (I)	Установлена генетическая связь с пойкилообитовыми метадолеритами	Такой же, как у (I)	Установлена генетическая связь с ультраосновным щелочным магматизмом

Литература

Абзалов М.З., Жангуров А.А., Мележик В.А., Предовский А.А., Жадрицкий В.Л., Федотова М.Г. Свинцово-цинковая минерализация сульфидного оруденения Печенги. - ДАН СССР, 1988, т.298, № 6, с. 1437-1439.

Белянкин Д.С., Влодавец В.И., Шимпф А.Г. Горные породы и полезные ископаемые окрестностей сел Умбы и Порьей губы. М.-Л., 1924, 47 с. (Тр. Сев. научн.-промысл. эксп., вып. 20).

Белянкин Д.С., Куплетский Б.М. Горные породы и полезные ископаемые Северного побережья и прилегающих к нему островов Кандалакшской губы Белого моря. Л., 1924, 76 с. (Тр. Сев. научн.-промысл. эксп., вып. 18).

Буковецкий С. Месторождение свинцового блеска на берегу Варангер-фиорда. - Горн.журнал, 1884, т.2, № 5, с. 320-321.

Ветрин В.Р. К минералогии и генезису гидротермальных жил северо-восточного побережья Кольского полуострова. - В кн.: Материалы по металлогении Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1972, вып.4, с. 158-163.

Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. - Геохимия, 1962, № 7, с. 555-571.

Виноградов А.П., Тарасов Л.С., Зыков С.И. Изотопный состав рудных свинцов Балтийского щита. - Геохимия, 1959, № 7, с. 571-607.

Виноградов В.И. Роль сульфатов в рудообразовании. - В кн.: Изотопы серы и вопросы рудообразования. М., Наука, 1967, с. 128-145.

Влодавец В.И. Экспедиция проф. Д.С.Белянкина 1922 года. - Изв. геохим. секции кружка металлургов и химиков при Петроградс. политехн. ин-те, 1924, вып.1, с. 23-24.

Вольфсон Ф.И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1962, 304 с.

Гинсбург И.И. Полезные ископаемые побережья Кандалакшского залива Белого моря. М., Госгеолтехиздат, 1924, 64 с. (Тр. Сев. научн.-промысл. эксп., вып.7).

Горбунов Г.И. Геология и генезис сульфидных медно-никелевых месторождений Печенги. М., Недра, 1968, 352 с.

Горяинов П.М., Макаров В.Н., Малышев В.П. Об аутигенной свинцово-цинковой минерализации в породах железисто-кремнистой формации Приимандровского района. - ДАН СССР, 1967, т. 173, № 5, с. 1173.

Ефимов М.М. Из истории Медвежьеостровского серебряного рудника. Тр. Кандалакшского гос. заповедника, 1970, вып.УШ, с. 401-412.

Жиров К.К., Лоскутов А.В., Кравченко М.П. и др. Аномальный свинец из гидротермальных жил Кандалакшского побережья Кольского полуострова. - Геохимия, 1969, № 7, с. 891-893.

Иенсен М.Л. Изотопы серы и месторождения гидротермальных минералов. - В кн.: Проблемы эндогенных месторождений. М., ИЛ, вып. I, с. 352-388.

Киль Д. Об исследованиях и разведках, проведенных летом 1872 года на Мурманском берегу Ледовитого океана. - Горн. журнал, 1873, т. 2, с. 310-314.

Конради С.А. Осмотр месторождений магнитного железняка Эндварангера и рудных свинцово-цинковых жил западного Мурмана. - Изв. Геол. ком., 1913, № 32, с. 120-125.

Кузин А.А. История открытий рудных месторождений в СССР до середины XIX века. М., Изд-во АН СССР, 1961, 360 с.

Либман Э.П. Из истории поисков руд цветных металлов. - Цветные металлы, 1954, № 5, с. 61-66.

Ломоносов М.В. Каталог камней и окаменелостей Минерального кабинета кунсткамеры Академии наук. Полное собрание сочинений. М., Изд-во АН СССР, 1954, т. У, с. 7-233.

Лоскутов А.В., Курбатова Г.С. Апофиллит с острова Медвежье-го в Белом море. - В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова. М.-Л., Наука, 1965, вып. 4, с. 195-201.

Дупанова Н.П. Геолого-петрографические наблюдения на Мурманском побережье в районе становиц Гаврилово и Захребетное. Тр. Аркт. института, 1935, т. XV, с. 39-118.

Максимов М.М. Очерк о серебре. М., Недра, 1981, 206 с.

Марказит на Мурманском берегу в Архангельской губернии. Сообщение. - Изв. Геол. ком., 1901, т. 20, № 9, с. 134.

Мельников М.П. Материалы по геологии Кольского полуострова. - Зап. Импер. С.-Петербургского минералог. общ-ва, 1893, сер. 2, ч. 30, с. 105-240.

Новоченко В. Ископаемые богатства севера Европейской России. Вологда, Север, 1923, кн. 2, с. 101-130.

Подгаецкий Л.И. Мурманский берег, его природа, промыслы и значение. - Изв. Русск. Импер. геогр. общ-ва, 1890, т. 26, в. 2, с. 121-141.

Подгаецкий Л.И. Мурманский берег Северного Ледовитого океана и его рудные месторождения. - Горн. журнал, 1891, № 1, с. 88-100.

Полканов А.А. Геолого-петрографический очерк северо-западной части Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1935, 564 с.

Попович Д.А. Горные богатства полярной России. - Изв. Архангельск. общ-ва изучения Русского Севера, 1911, № 19, с. 583-590.

Попович Д.А. Свинец на Мурмане. Разведочные работы на Мурманском берегу Северного Ледовитого океана. - Изв. общ-ва изучения Олонекской губернии, 1915, № 2-3, с. 97-119.

Потемкин Л.А. У северной границы. Печенга советская. Мурманск, 1965, 303 с.

Предовский А.А. О некоторых общих вопросах разработки новых поисковых критериев эндогенных рудных месторождений в метаморфических комплексах. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Запада РСФСР. Л. Недра, 1967, вып.7, с.191-195.

Пушкин Г.Ю. Аметисты Терского берега Белого моря. - В кн.: Природа и хозяйство Севера. Апатиты, 1971, ч.2, вып.2, с. 61-63.

Рожков В. Берг-компания на Магнитной горе Благодати, в Сибири и на Медвежьих островах в Лапландии. - Горн.журнал, 1885, т. 2, с. 119-141, 435-467.

Салье Е.А. Полезные ископаемые Ленинградской области и Карельской АССР. М.-Л., НКТО, 1932, 368 с.

Смирнов В.И. Металлогенический анализ источников рудообразующих веществ. - В кн.: Металлогения Тянь-Шаня. Тезисы докладов, ИЛИМ, Фрунзе, 1968, с. 7-8.

Токарев А. Горные богатства района Мурманской железной дороги. - Вестник Мурмана, 1923, № 19, с. 7-8.

Токарев В.А. К минералогии Терского берега Кольского полуострова. Тр. Ленингр., общ-ва естествоиспыт., 1935, т. 64, вып.1, с. 55-89.

Ушаков И.Ф. Кольская старина. Документальные очерки. Мурман. книжн. изд., 1986, с. 113-128.

Федотов Л.А. Региональные комплексы мафических даек и эволюция магматических формаций Кольского полуострова. - В кн.: Магматизм, метаморфизм и геохронология докембрия Восточно-Европейской платформы в связи с крупномасштабным картированием. Петрозаводск, изд. Карельского филиала АН СССР, 1987, с. 97-98.

Федотова М.Г. Серебро в полиметаллических жилах Мурманского побережья. - Зап. Всесоюзн. минер. общ-ва, 1969, с. 2, ч. 98, вып. 2, с. 227-230.

Федотова М.Г. Вещественный состав полиметаллических жил Печенгского района. - В кн.: Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, вып. I, с. 246-250, 1970.

Федотова М.Г. Некоторые вопросы генезиса полиметаллических жил Печенгского района. - В кн.: Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1971, вып. 2, с. 84-90.

Федотова М.Г. Текстуры руд полиметаллических жил Мурманского побережья. - В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова. Л., Наука, 1971а, вып. 8, с. 146-152.

Федотова М.Г. Находка пектолита и пренита в свинцово-цинковых жилах Белого моря. - В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова. Л., Наука, 1972, вып. 9, с. 170-173.

Федотова М.Г. Свинцово-цинковое оруденение Мурманского побережья. Автореф. канд. дисс., Воронеж, ВГУ, 1973, 23 с.

Федотова М.Г. Самородное серебро острова Медвежьего в Белом море. - В кн.: Природа и хозяйство Севера. Л., изд. Северного филиала геогр. общ-ва, 1976, вып. 5, с. 47-52.

Федотова М.Г. К вопросу об источнике вещества свинцово-цинковых жил Кольского полуострова. - Зап. Всесоюзн. минер. общ-ва, 1978, с. 2, ч. 107, вып. 5, с. 605-608.

Федотова М.Г. Характеристика гидротермальных жил Беломорского побережья. - В кн.: Геология и полезные ископаемые Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1978, с. 130-136.

Федотова М.Г. Флюорит из кварц-кальцитовой жилы Елокоровского наволока. - В кн.: Новые данные о минералах Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1979, с. 108-115.

Федотова М.Г. О гидротермальной свинцово-цинковой минерализации Кольского полуострова. - Геология рудн. месторождений, 1980, № 6, с. 96-99.

Федотова М.Г. Температурный режим формирования жил со свинцово-цинковым оруденением (минерализацией). - В кн.: Минеральные комплексы и минералы Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1980, с. 107-117.

Федотова М.Г. К минералогии гидротермальных жил района Дальних Зеленцов. - В кн.: Минералы и минеральные парагенезисы горных пород Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1981, с. 91-97.

Федотова М.Г. О проявлениях баритовой минерализации на Кольском полуострове. - В кн.: Геология месторождений неметаллических полезных ископаемых Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1982, с. 119-125.

Федотова М.Г. Региональная зональность гидротермальной минерализации Мурманского побережья, связанной с мафическими дайками. - В кн.: Рои мафических даек Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского научного центра АН СССР, 1989, с. 106-111.

Федотова М.Г., Атаманова С.П. Элементы-примеси в галените из свинцово-цинковых жил Кольского полуострова. - В кн.: Новые данные по минералогии медно-никелевых и колчеданных руд Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1979, с. 116-123.

Федотова М.Г., Атаманова С.П., Реженева С.А. Сфалерит из гидротермальных жил Кольского полуострова. - В кн.: Минералогические критерии комплексной оценки минерального сырья Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1982, с. 87-96.

Федотова М.Г., Борозновская Н.Н., Ганнибал Л.И., Кравченко Э.В. Бариты из гидротермальных жил Кольского полуострова. - В кн.: Новые данные по минералогии магматических и метаморфических комплексов Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1986, с. 99-104.

Федотова М.Г., Галибин В.А. Редкие элементы в минералах полиметаллических жил Печенгского района. - В кн.: Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1972, вып. 4, с. 168-174.

Федотова М.Г., Ингуран В.А., Меньшиков Ю.П. К минералогии полиметаллических жил Печенгского района. - В кн.: Материалы по минералогии Кольского полуострова. Л., Наука, 1971, вып.8, с. 153-167.

Федотова М.Г., Федотов Ж.А. Основные породы района развития свинцово-цинковых жил северо-западной части Мурманского побережья. - В кн.: Материалы по геологии и металлогении Кольского полуострова. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1972, вып. 4, с. 98-104.

Ферсман А.Е. Полезные ископаемые Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1941, 345 с.

Чернышев И.В., Казанский В.И. Изотопный состав свинца и происхождение свинцово-цинковых жил Мурманского побережья. - Геология рудн. месторождений, 1978, № 1, с. 129-133.

Чернышев Ф.Н. Некоторые данные о минеральных богатствах Севера Европейской России. - Горн. журнал, 1889, т. 2, № 5-6, с. 116-122.

Широшкин Н.В. Геогностический обзор берегов Кандалакшской губы и Белого моря до г.Кеми в Архангельской губернии. - Горн. журнал, 1835, ч. I, кн. 3, с. 397-427.

Эпштейн Е. История Кольской земли. - Север, 1973, № 4, с. 119-123.

Hausen H. Die Bleiglanz-zinkblende-Lagerstätten an der Küste von Petsamo(N.Finnland). Fennia, 1932, b.57, 2, s.1-44.

Kouvo O., Kulp J.L. Isotopic composition of finnishe galenas. Ann. Acad. Sci., 1961, v.91, 4, art.2, p.476-491.

Moorbath S., Vokes F.M. Lead isotope abundance studies on galena occurrences in Norway. Norsk. Geol. Tidss., 1963, b.43, h.3, p.283-343.

Papunen Heikki. On the barytes of Finland. Bull. Comm. Geol. Finlande, 1967, 229, p.45-69.

Sakai H. Fractionation of sulfur isotopes in nature. Geochim. Cosmochim. acta, 1957, 12, p.150-169.