

зываемые кумулусные и интеркумулусные фазы. Минералы, которые первыми кристаллизуются из расплава и оседают на дно магматической камеры, называются кумулусными, они имеют идиоморфные кристаллографические формы. Во вторую очередь кристаллизуются интеркумулусные минералы, они заполняют промежутки между ранее закристаллизовавшимися минералами кумулуса и образуют ксеноморфные зерна. Классификация ультраосновных-основных пород по типам кумулатов является более информативной по сравнению с общепринятой классической петрографической классификацией. В общем случае она является более подробной и несет генетическое содержание, т.к. показывает последовательность кристаллизации минералов в породе.

Исследования показали, что в приподожвенной части интрузии, на расстоянии около 100 м вверх по разрезу от северного контакта со щелочными гранитоидами Белых тундр, располагается толща пород, которая сложена преимущественно мелкозернистыми, пойкилитовыми габброноритами, где минералы кумулуса представлены преимущественно плагиоклазом и моноклинным пироксеном, а ромбический пироксен образует ойкокристаллы. В подчиненном количестве в этой толще отмечаются габбронориты с тройным кумулатом и плагиоклазовым кумулатом (Рундквист и др., 2005).

Выше по разрезу был выделен специфический пласт пород, строение которого весьма своеобразно. Мощность этого пласта составляет в среднем около 30 м и он прослежен скважинами на несколько сотен метров по простиранию. Данный пласт был назван рудоносным горизонтом. Он сложен многочисленными линзами различных пород; наблюдается частая смена кумулатов. Преобладает плагиоклазовый мезокумулат, в подчиненном количестве представлены ортокумулаты, встречаются линзы габбро и вебстеритов, габбро-пегматитов. Верхняя часть пласта обычно имеет четкий контакт с выше расположенными, массивными среднезернистыми габброноритами. Эта граница выражается не только в смене кумулата, но и в смене зернистости пород, что является одним из первоочередных признаков.

Перекрывающая толща представляет собой хорошо изученную ранее на участках Сунгьёк и Чуарвы расслоенную серию пород, сложенную преимущественно среднезернистыми габброноритами и крупнозернистыми габбро.

На основе имеющихся 24 полных химических анализов пород был изучен состав главных типов пород участка ВЧ. Большинство проанализированных пород относятся к габброноритовой зоне, слагающей нижнюю часть Восточно-Панского массива. Химические анализы характеризуют породы, отобранные с участка ВЧ из расслоенной толщи, из рудоносного горизонта и роговообманковые породы.

Пересчет результатов анализов по системе CIPWD показал, что большинство пород участка ВЧ являются кварц-нормативными. Согласно классификации М.И.Дубровского (Дубровский, 2002) на уровне семейств и родов породы, как расслоенной толщи, так и рудоносного горизонта относятся к мезократовым габброноритам, а роговообманковые породы принадлежат к группе меланократовых габброноритов. По содержаниям F_{at} и CaO габбронориты расслоенной толщи и рудоносного горизонта близки, отличаясь на десятки доли процента. В ряду роговообманковых пород наблюдается уменьшение CaO с увеличением общей железистости.

Роговообманковые породы сильно отличаются от прочих пород участка повышенным содержанием TiO_2 . Повышенное содержание титана в роговообманковых породах объясняется тем, что в составе этих пород присутствует повышенное количество магнетита, титанита, ильменита, титано-магнетита (в сумме до 2-3 % от объема породы).

ЛИТЕРАТУРА

Дубровский М.И. Комплексная классификация магматических горных пород. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002.

Корчагин А.У., Митрофанов Ф.П., Рундквист Т.В. и др. Особенности геологического строения Федорово-Панского расслоенного массива и проявления платиновых металлов в его восточной части. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004.

Рундквист Т.В., Иванов С.В., Припачкин П.В., Архиреева А.С. Расслоенный комплекс пород Восточно-Панского раннепротерозойского мафитового массива (Кольский полуостров): новые данные. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2005.

БАЗИТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОДУЖЕМСКОЙ ЗОНЫ РАЗЛОМОВ И ИХ РУДНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ (КАРЕЛИЯ, ЗАПАДНОЕ БЕЛОМОРЬЕ)

Березин А.В.

ФГУП «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, berezin-geo@yandex.ru

В результате обработки материалов работ по МГХК-1000, проведенных в 1999-2002 годах на листах Q-35,36 (ВСЕГЕИ, ИМГРЭ, отв. исполнитель Г.М. Беляев) по разработанному автором методу рудных факторов (МРФ) были выделены несколько ранее не выделявшихся перспективных площадей (Березин, 2005).

В процессе заверки автором в 2005 году из Кемской площади в одном из массивов было выявлено ильменит-магнетитовое рудопоявление (далее - Сумашевское), относимое к Fe-Ti-V типу.

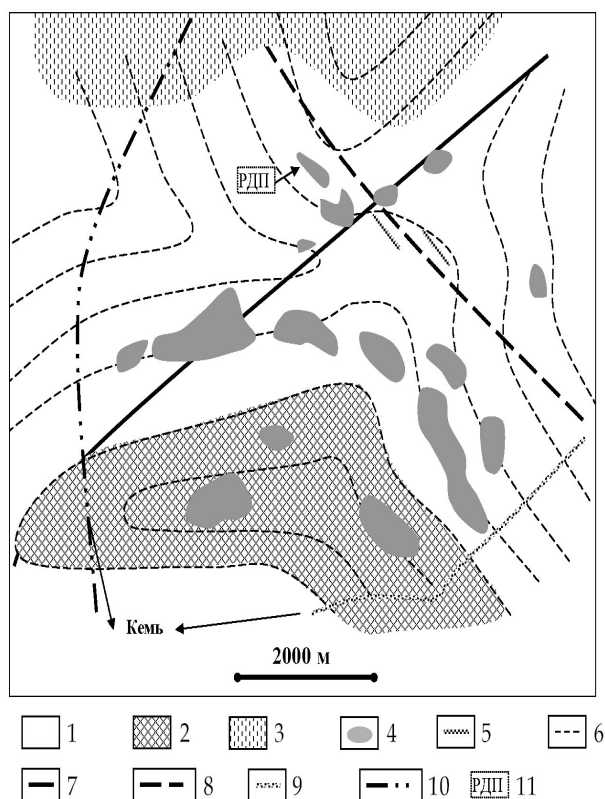


Рис. 1. Схема геологического строения (Составлена автором с использованием материалов В.С. Степанова). Условные обозначения: 1- серые Bt-Amf гнейсы, 2- амфиболиты, 3- мигматиты, анатектит-граниты, 4- интрузивные и метаморфизованные тела основного - ультраосновного состава, 5- линзовидные тела актинолит-тремолитовых сланцев и милониты по ним, 6- направления плоскостных структур в гнейсах и амфиболитах, 7- разломы, в т.ч. 8- разломы предполагаемые, 9- шоссе «Кемь-Рабчеостровск», 10- железная дорога, 11- местоположение рудопроявления «Сумашевское».

роды относятся преимущественно к толеитовой серии и практически все находятся в области составов пород РТГ. При сравнении средних составов (Рис. 3) пород рудопроявления Сумашевское и Травяная губа [4] так же обнаруживается их сходство.

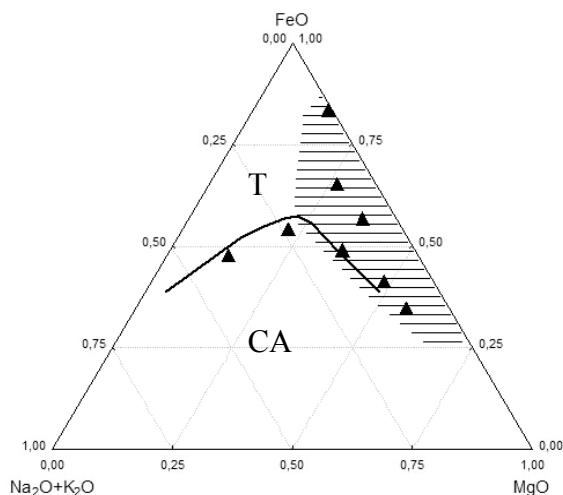


Рис. 2. Диаграмма АФМ для пород рудопроявления Сумашевское. Т- толеитовая, СА- известково-щелочная серия

- область пород РТГ [4]

На территории Карелии известно 3 месторождения титаномагнетита: Елетьозерское, Койкарское, Пудожгорское, и 25 рудопроявлений и пунктов минерализации (Березин, 2005).

Наиболее близким по типу Fe-Ti-V оруденения является единственное в Беломорьях рудопроявление «Травяная губа» (далее- РТГ) с сопутствующим Au-МПГ оруденением в перидотитах, вебстеритах и амфиболитах (Степанов, 2001).

Выявленное нами рудопроявление Сумашевское в Кемском районе Республики Карелия близко по особенностям строения и состава рудопроявлению Травяная губа.

Рассматриваемая площадь находится в пределах хетоламбинской толщи Беломорского пояса, которая представлена Bt-Amf гнейсами и амфиболитами, содержащими линзовидные прослои кианитовых гнейсо-сланцев.

На площади интенсивно проявлены процессы гранитизации с развитием мигматит и анатектит – гранитов по гнейсам.

Интрузивные комплексы представлены базитами (габбро, габбро-нориты), и ультрабазитами (преимущественно вебстериты) (Степанов, 1964-1966). Часть из этих тел не обозначены на государственной геологической карте 1:200 000, хотя являются достаточно большими. (Рис. 1)

Подужемская (Кемская) разломная зона (КРЗ), которая контролирует размещение интрузий (Степанов, 1964-1966;) (в т.ч. рудоносных), характеризуется длительным периодом развития: с лопийского по сумийское время (AR₂-PR₁). В зоне влияния КРЗ развиты бластомилониты по гранито-гнейсам.

Рудопроявление находится в замковой части антиклинальной складки, сложенной серыми Bt-Amf гнейсами с интрузиями габбро – пироксенитов.

Рудоносные породы представлены вебстеритами (в т.ч. оливиновыми) и амфиболитами. Практически все **интрузии** интенсивно метаморфизованы в амфиболитовой фации и местами превращены в ортоамфиболиты. На петрохимической диаграмме (Рис. 2) по-

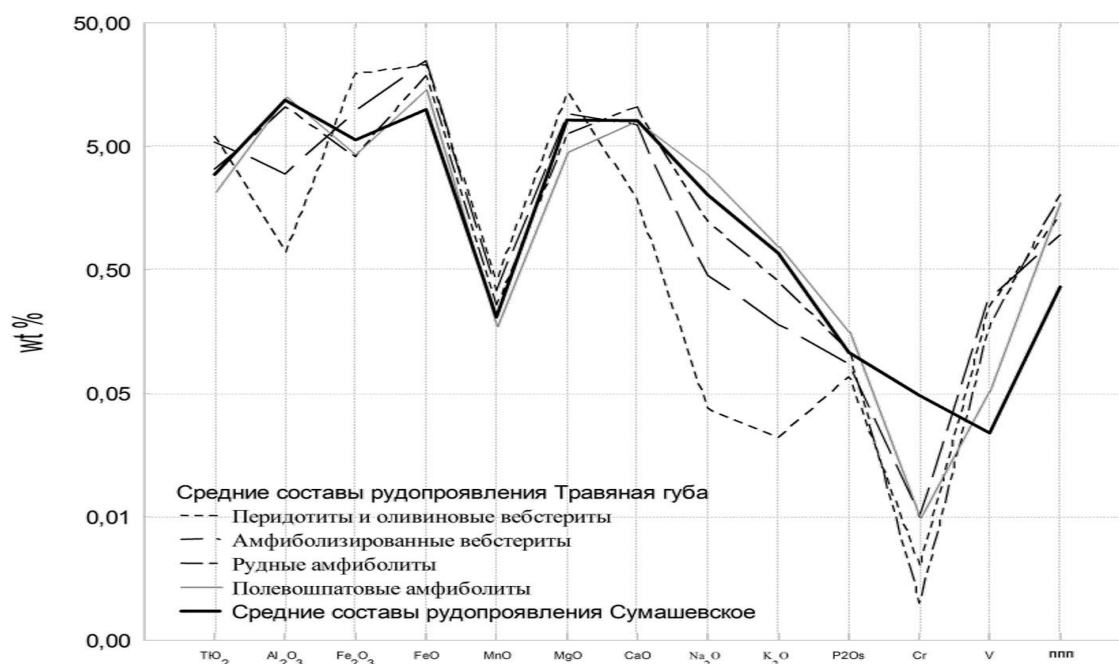


Рис. 3. Диаграмма сравнения средних составов пород рудопроявления Сумашевское и РТГ (Степанов, 2001).

Сумашевское рудопроявление магнетит-ильменитовых руд связано с рудовмещающее телом 150 x 50м. (видимый размер) представлено субвертикально залегающим телом оливинового вебстерита интенсивно амфиболитизированного и переходящего в гранатовый амфиболит. Наиболее рудоносной является его вебстеритовая часть тела со шлирами и линзами ильменит-магнетитового состава. Поверхность шпиров сильно ожелезнена и более крупнозернистая, чем вмещающие породы. Объемная доля рудных шпиров в породе достигает 70%, а содержания рудных минералов (ильменита и магнетита) в шлирах до 80%.

Магнитное поле в районе рудопроявления достигает 150-200 нТл (1:200 000). В процессе интерпретации были получены следующие параметры магнитовозмущающего тела: мощность – 600м., глубина центра масс – 260м, которые использовались для контроля расчета прогнозных запасов категории P₂.

Измеренная в обнажении магнитная восприимчивость рудного тела равна $9,3 \cdot 10^{-3}$ СГС, что согласуется с табличными данными по магнитной восприимчивости ильменит-магнетитовых руд.

Отмечаются повышенные концентрации (в 2-6 раз), по сравнению с вмещающими породами для V, Co, Cu и Zn. Содержания Ti, Mn и V закономерно возрастают от амфиболитов к рудному габбро (Ti до 13 – 20 кг/т).

Рудная минерализация преимущественно богатокрапленая и представлена ильменитом, магнетитом, пиритом и редкими зернами халькопирита. Текстура руд полосчатая, структура сидеронитовая. Ильменит присутствует в двух генерациях: каплевидный (100-200 мкм) со структурами распада, в пироксене и амфиболе; в сростаниях с магнетитом (до 2-3мм). Пирит представлен единичными зернами (200-700 мкм), на которых развиваются каемки замещения представленные магнетитом. По данным микрозондового анализа (ВСЕ-ГЕИ, аналитик А.В. Павшуков) ильменит содержит: TiO₂- 50,72%, MnO- 0,45%, V₂O₅- 0,86%, 0,7% MgO, а в пирите присутствует Co и Ni до 1%.

Рудная минерализация в амфиболитизированных вебстеритах (нерудных) представлена редкими зернами (до 100мкм) магнетита (Al₂O₃- 0,35%) и ильменита, которые нередко замещает сфен. Рудное вещество включено в зерна пироксена что можно рассматривать как факт более ранней его кристаллизации. Это может также говорить об исходной пересыщенности магмы титаном.

Приближенная оценка температуры образования руд, произведенная по (Khalil et al, 1981), показала что основная масса руд кристаллизовалась в диапазоне 550°C и log pO₂=-20, а руды РТГ - 570°C и log pO₂=-22. В обоих случаях руды являются позднемагматическими, однако температура 1-й фазы титаномagnetита (ликвидусной) ~ 1200°C для рудопроявления Сумашевское дает основания полагать, что кристаллизация из расплава проходила в достаточно широком диапазоне температур.

Можно предполагать, что формирование рудной минерализации проходило в несколько этапов:

1. Образование оливиновых вебстеритов:

а) Кристаллизация ранней фазы с каплеобразным, мелковкрапленным титаномagnetитом со структурами распада

б) Кристаллизация основной силикатной фазы

- c) Кристаллизация пресыщенного Fe-Ti-V расплава- образование вкрапленных Ti-Mgt руд
- d) появление пирита на постмагматической стадии кристаллизации расплава.
2. Метаморфизм амфиболитовой фации ($\{Ol\} \rightarrow Px \rightarrow Amf$)
3. Начало гранитизации (Окисление пирита в магнетит)
4. Гранитизация (Появление сфена в амфиболите, распад титаномагнетита)
5. Конец гранитизации (Образование сидеронитовых ильменит-магнетитовых руд)
6. Амфиболитизированные оливиновые вебстериты с ильменит-магнетитовыми рудами (V и сульфидсодержащие)

Таким образом, на территории Карелии выявлено новое рудопроявление ильменит - магнетитового типа, аналогичное рудопроявлению Травяная губа.

Рудопроявление связано с интрузиями анортозит – габбро - пироксенитовой формации, расположение которых контролируется зоной долгоживущего разлома (КРЗ), наложенным метаморфизмом амфиболитовой фации и последующей гранитизацией.

Существенную роль в рудообразовании сыграли такие процессы как пересыщенность магмы TiO_2 , процессы дифференциации, метаморфизм и гранитизация пород, второстепенная роль отводится расположению в зоне разлома.

Возможно, что выявленные интрузивные тела являются частями дифференцированного массива анортозит – габбро – пироксенитовой формации, испытавшего метаморфизм и гранитизацию. В связи с этим следует рассмотреть вопрос о платинометальном и сопутствующем оруденении интрузий.

Автор выражает благодарность в.н.с. Института геологии КарНЦ РАН Степанову В.С. за предоставленные материалы и консультации, а так же сотрудникам кафедры ГМПГ Геологического факультета СПбГУ Полеховскому Ю.С. и Тарасовой И.П. за помощь в лаборатории рудной микроскопии.

ЛИТЕРАТУРА

- Березин А.В. «Новые перспективы минерагенического районирования Беломорского подвижного пояса» тезисы докладов в кн. «Беломорский подвижный пояс: геология, геохронология, минерагения». Петрозаводск, 2005.
- Степанов В.С. Отчет Летнереченской партии по съемке 1:50 000, 1964-1966гг.
- Степанов В.С., Слабунов А.И. «Амфиболиты и ранние базит-ультрабазиты Северной Карелии», Л, 1989.
- Степанов В.С. «Благороднометальное рудопроявление Травяная губа и возможная генетическая связь его с комплексом габбро-анортозитов Западного Беломорья» в сборнике «Геология и полезные ископаемые Карелии», №4, КарНЦ РАН, Петрозаводск, 2001.
- Khalil J.S., Lindsley D.H. «A solution model for coexisting iron-titanium oxides», American Mineralogist, vol. 66, p. 1189-1201, 1981.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РУДОНОСНЫХ РАСПЛАВНЫХ СРЕД

Вахрушев А. М.

ЦНИГРИ, Москва, tsnigri@tsnigri.ru

Количественная геолого-генетическая модель (КГГМ) сульфидно-силикатной системы, разработанная А.И.Кривцовым с соавторами на примере Талнахской группы медно-никелевых месторождений, позволила численно оценить существующие рудогенетические концепции, дополнить геолого-поисковую модель новыми прогнозными критериями и признаками. Дальнейшее развитие КГГМ основывается на разработки новых и адаптации уже созданных алгоритмов моделирования плотностной дифференциации рудоносных расплавов, разработки новых методов решения задач плотностной дифференциации, с выявлением закономерностей распределения рудного вещества и его составов. При этом была принята модель рудонакопления, предполагающая переход металлов, содержащихся в родоначальных магмах в расщепленной (каплевидной) форме (в расплавленном виде), во вкрапленные и массивные (сплошные) руды в результате плотностной дифференциации минеральных частиц в гравитационном поле.

Компьютерное моделирование плотностной дифференциации движущихся расплавных рудоносных сред является задачей, требующей учета многих факторов: вязкость, скорость движения и плотность силикатного расплава; геометрические параметры сечения канала; значение градиента давления; плотность и радиус частицы рудного вещества; координаты ее начального расположения в канале. Принятая упрощенная форма конфигурации канала (вариант 1 – горизонтальное залегание, вариант 2 – воздымающийся канал и вариант 3 – нисходящий канал с изломом) позволила промоделировать дифференциацию сульфидной составляющей рудоносного расплава в обстановке его ламинарного течения.

Задача моделирования была сведена к расчету скоростей движения рудных частиц в рассматриваемом потоке с последующим переходом к траекториям их движения и интервалам осаждения.

Математическая модель процесса учитывает: вязкость, скорость движения и плотность силикатного расплава; геометрические параметры трубообразного канала; значение градиента давления; плотность и