

5. Данные по расплавленным включениям минералов редкометалльных гранитов массива Халдзан-Бурэгтей (Монголия) свидетельствуют, что образование гранитов происходило из расплава, насыщенного в отношении многих редких и редкоземельных элементов, что отвечает и геохимической специфике образующихся из них пород. По составу расплавленных включений и закалочных стекол оценен средний состав субдукционных базитовых магм. Эти магмы обеднены Nb и Ta и в меньшей степени Ti, Zr, Sm, но обогащены Cl, H<sub>2</sub>O, F и P. Вариации содержаний элементов связаны с кристаллизационной дифференциацией, смешением магм и участием нескольких источников. Содержание воды в базитовых магмах варьирует от 0 до 6 мас. %.

6. Оценен средний состав кислых агпаитовых расплавов островных дуг и активных континентальных окраин. Показано, что наиболее вероятным механизмом образования таких расплавов в надсубдукционных обстановках является плавление обогащенных щелочами основных и средних пород, включая спилитизированные разности базальтов нормальной щелочности.

7. Палеомагнитные данные демонстрируют, что венд-кембрийские, позднепалеозойские, мезозойские и кайнозойские внутриплитные магматические комплексы ЦАСП были сформированы на разных широтах из разных мантийных источников. Исследования палеомагнетизма венд-кембрийских пород позволили ограничить пространственное положение источников их внутриплитного магматизма двадцатыми-тридцатыми градусами северной широты. Магматические расплавы выплавлялись из деплетированных по изотопному составу источников мантии.

Рецензенты: докт. геол.-мин. наук Ю.А. Калинин (ИГМ, Новосибирск); докт. геол.-мин. наук И.В. Гасков (ИГМ, Новосибирск). Тематический план самостоятельных изданий ТувИ-КОПР СО РАН на 2012 г., утверждённый Бюро НИСО РАН. Утверждено к печати Учёным советом ТувИКОПР СО РАН.

**КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА  
ПРОМЫШЛЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ  
В РУДНОМ ПОЛЕ ИМИТЕР (МАРОККО)  
(монография)**

Лебедев В.И., Борисенко А.С., Калинин Ю.А., Павлова Г.Г., Неволько П.А., Айрияц А.А., Боровиков А.А., Аристов В.В., Задорожный Д.Н., Зеликсон Б.С., Зверев С.Н., Титов В.И., Gaouzi A., Maasha L., Zouhair M., Derbel M.E., Berrada M.T.

*Тувинский институт комплексного освоения  
природных ресурсов СО РАН, Кызыл,  
e-mail: yulia\_samb@mail.ru*

Отв. ред. акад. РАН В.В. Ярмолюк. Режим доступа: [http://ipc-publisher.ru/monographs.aspx?id\\_mn = 13](http://ipc-publisher.ru/monographs.aspx?id_mn = 13), свободный

В монографии представлены результаты экспертных геолого-структурных, минералого-геохимических и изотопно-геохронологических исследований и специализированных шлихогеохимических и меркурометрических поисков, выполненных группой экспертов ООО «ОЗГЕО» по «Программе геологических работ в рудном поле Имистер на 2011–2012 гг.», позволившие получить ряд новых важных геологических и минералого-геохимических данных об условиях образования и закономерностях локализации ртутно-серебряного оруденения Имистерского рудного района. В частности, установлены особенности структурного контроля ртутно-серебряного оруденения в обстановках растяжения и сдвиговых деформаций, сопряжённых с Имистерской системой разломов; оценена роль разновозрастных разрывных структур в локализации продуктивной минерализации; получены доказательства постмагматического образования гидротермального низкотемпературного ртутно-серебряного оруденения Имистерского рудного района, а геохронологическими данными обоснован его мезозойский возраст. Кроме этого в рудном поле Имистер установлен новый тип гидротермального барит-ртутно-золото-серебряного оруденения предположительно раннекембрийского возраста. Авторами монографии предпринята попытка создания надёжного поисково-прогнозного комплекса для выявления продуктивного ртутно-серебряного оруденения на основе ряда новых термобарогеохимических признаков в сочетании с геохимическими и структурными критериями. Результаты исследований авторов и сделанные ими выводы актуальны не только при прогнозе промышленной ртутно-серебряной рудоносности флангов и глубоких горизонтов объектов рудного района Имистер, но могут быть полезны и на других проявлениях подобного типа.

Работа предназначена для специалистов соответствующих областей знаний.

Иллюстрации 144. Таблицы 17. Библиография 139 назв. 33 приложения на 79-ти с.

Рецензенты: докт. геол.-мин. наук И.В. Гасков (ИГМ, Новосибирск); канд. геол.-мин. наук А.М. Сугоракова (ТувИКОПР СО РАН, Кызыл).

Месторождение Имистер интенсивно отрабатывалось в VII–XIII веках н.э., о чем свидетельствуют многочисленные археологические находки: следы древних выработок и плавилен; сохранившиеся остатки строений и колодцев; керамика, жернова для дробления горных пород, изготовленные из местных гранитоидов; монеты VII–VIII веков; и многое другое. Добыча серебра производилась как открытым, так и подземным способом. Древние выработки весьма многочисленны, они характеризуются шириной от 1–2 до 20–80 м, длиной от 10–15 м до 100–120 м и глубиной от 2–10 до 30–80 м. Наибольшее количество древних выработок

и наиболее крупный из них – Nouvel Carriere (200×200×30 м), расположены в центральной части рудного поля.

На глубину до 50 м и более из крупных карьеров по простиранию и склонению рудных тел пройдены шелевидные горизонтальные и наклонные выработки. Суммарная площадь зафиксированных на поверхности более чем 200 древних выработок близка к 20 тыс. кв. м, а количество добытой из них и переработанной руды, судя по сохранившимся отвалам, при среднем содержании 300 г/т превышало 650 тыс. т (Smekal, 1964, 1967). Древние рудокопы, как и современные горняки, в основном обрабатывали кварц-карбонатные жилы и штокверки с пластинчатым, гнездовым и вкрапленным самородным серебром, Ag-Hg амальгамами, сульфидами и сульфосолями серебра, свинца, цинка и меди.

Горно-металлургическое производство серебра в рудном районе Имитер возобновилось в 1951–1952 гг. (Amade, 1963) на основе переработки отвалов древних выработок. Среднее содержание серебра в некоторых из них составляло сотни грамм на тонну (Grapp, 1976). Попытка возобновить шахтную добычу серебра из кварц-карбонатных жил для SMAM не увенчалась успехом из-за маломощности рудных тел. Геологоразведочные работы, ориентированные на выявление в рудном поле жил с промышленным серебряным оруденением, повторно в 1962 г. были осуществлены силами BRPM и вновь не увенчались успехом. Очередная попытка возродить серебряное производство на основе гидрометаллургического передела техногенных отвалов древних выработок по цианидной технологии была успешно осуществлена компанией “Tifnout-Tiranimine” (СТТ) – дочерней фирмы ONA, создавшей действующую и в настоящее время Компанию металлургического Имитера (SMI). В это же время BRPM возобновил геологоразведочные работы на месторождении Zgounder, расположенном в бутоньере Sirwa к западу от рудного поля Имитер в 200 км. Геолого-структурные и минералого-геохимические особенности этого месторождения (комплекс вулканогенно-обломочных образований, наличие главной рудоконтролирующей зоны разлома субширотного простирания, малые интрузии основных пород, минеральный состав серебряных руд) оказались сходными с геологической ситуацией в рудном поле Имитер. Поэтому, в отличие от ранее проводимых поисков сереброносных жил меридионального простирания, геологоразведочные работы в рудном поле Имитер были переориентированы на поиски и оценку субширотных рудоносных структур с прожилково-вкрапленной ртутно-серебряной минерализацией «nugget distribution» в брекчированных черных пелитах. В 1962 г. буровая скважина П<sub>2</sub> вскрыла в субширотной брекчиевой зоне в черных пелитах рудный интервал мощностью 0,8 м

с содержанием серебра 5016 г/т (Amade, 1963). Эти руды были вскрыты шахтой, добытая руда из которой содержала в среднем 2500 г/т серебра, что послужило основанием интенсификации геологоразведочных работ. В результате были выявлены значительные запасы серебра в недрах центральной части рудного поля (Skacel, 1974; Smekal, 1977), позволившие перевести в 1978 г. горнометаллургическое производство СМИ с переработки техногенных отходов на гидрометаллургический передел богатых серебряных руд, добываемых шахтным способом. В период 1980–1988 гг. была реализована крупная программа геологического изучения рудного поля Имитер, включавшая геологическое картирование, проходку разведочных буровых скважин и подземных горных выработок, металлогенические исследования. Разработанная генетическая модель ртутно-серебряной минерализации месторождения Имитер (Guillou et al., 1981; Vergas, 1983), позволила прогнозировать значительный прирост промышленных запасов серебра и послужила основанием для дальнейшего развития инфраструктуры горно-металлургического производства, оснащения его высокопроизводительным оборудованием. В результате СМИ увеличила годовой объем производства серебра с 35 до 200 т. В 1986–1990 гг. проводились геолого-геофизические исследования на всех лицензионных площадях, принадлежащих СМИ: составление детальных геологических карт масштаба 1:2000; геофизические работы методами электромагнитного профилирования «TURAM» для обнаружения скрытых структур и электрического зондирования (ВЭЗ) для уточнения положения стратиграфических и интрузивных контактов; геохимическое опробование на комплекс элементов (Ag, Hg, Cu, Pb, Zn et al.). За период промышленного освоения уникального по вещественному составу и запасам ртутно-серебряных руд месторождения Имитер, имеющего мировую известность, добыто и переработано более 8 млн т богатейшей руды.

Главная цель реализуемой Программы геологических работ в рудном поле Имитер на 2011–2012 гг. – это прогноз промышленной рудоносности флангов и глубоких горизонтов рудоносных зон с ртутно-серебряной минерализацией. Нарращивание ресурсов серебра в детально изученном рудном поле месторождения, интенсивная отработка которого производилась в VII–XIII веках н.э. и возобновлена с 50-х годов прошлого 100-летия, задача весьма сложная и трудно решаемая. Выявление продуктивных интервалов благородно-металлической минерализации в контурах рудного поля Имитер требует нетрадиционных подходов в связи с высокой степенью геолого-геохимической и геофизической изученности его отдельных участков и структур как с поверхности, так и на глубину. Для решения задачи наращивания минерально-сырьевого

потенциала Metallurgical company Имитер (SMI) руководством ООО «ОЗГЕО» РФ была сформирована группа экспертов-геологов (В.И. Лебедев, А.С. Борисенко, А.А. Боровиков, В.В. Аристов, Ю.А. Калинин, П.А. Неволько, Г.Г. Павлова, А.А. Айриянц, Д.Н. Задорожный, Б.С. Зеликсон, В.И. Титов). Техническое руководство исследованиями осуществлял С.Н. Зверев, научное – В.И. Лебедев, оперативное согласование с администрацией SMI возникающих вопросов – инженер-геофизик М.Т. BERRADA.

Необходимо подчеркнуть, что Metallurgical company Имитер (SMI) и руководство de la societe MANAGEM-groupe ONA создали экспертам в период их пребывания в Королевстве Марокко с 01 мая 2011 г. по 15 августа 2011 г. и с 09 ноября 2011 г. по 15 января 2012 г. прекрасные условия для работы и отдыха: предоставили просторное офисное помещение для камеральных работ с Интернет-связью и кондиционером; выделили два 5-ти местных легковых автомобиля повышенной проходимости с высококвалифицированными водителями, обеспечившими ежедневную доставку от места проживания экспертов в комфортабельных отелях Saghro и Bougefer горда Tenghir в офис геологической службы SMI и обратно, а также безаварийное транспортное сопровождение полевых работ и служебных поездок; организовали высококалорийное 3-разовое питание в ресторанах отелей Saghro, Bougefer и SMI; по завершении первого этапа полевых работ обеспечили 4-дневный отдых на побережье Атлантического океана в городе Агадир с проживанием в отеле Ирбис, а по завершению второго этапа – 3-дневное пребывание в городе Касабланка с проживанием в отеле Toubkal.

Монография содержит введение и краткую обобщающую информацию о стратиграфии, магматизме, метаморфизме, тектонике и эндогенных полезных ископаемых, составленную по опубликованным материалам предшественников, изучавших региональную геологию Анти-Атласа и рудного района Имитер (бутониры Saghro). Геолого-структурные особенности рудного поля ртутно-серебряного месторождения Имитер, его складчатых дислокаций и разрывных деформаций, относительно разновозрастных интрузивов и даек различного состава, их взаимоотношений с вмещающими породами неопротерозоя и кембрия, а также рудоносными зонами охарактеризованы, в основном, по результатам поисковых и детализационных маршрутов, выполненных экспертами ООО ОЗГЕО РФ. Минералого-геохимическая характеристика рудных зон и тел, включая описание последовательности отложения продуктивных по серебру минеральных парагенезисов, базируется на результатах полевого и камерального изучения проб минеральных агрегатов, которые отображены и детально исследованы В.И. Лебедевым,

А.С. Борисенко, Ю.А. Калинин, Г.Г. Павловой, Д.Н. Задорожным, В.В. Аристовым и П.А. Неволько. Отбор проб производился при прослеживании рудоносных зон в маршрутах по поверхности и при документации соотношений минеральных парагенезисов в подземных выработках. Характеристика методологии и анализ применения геохимических методов с оценкой результатов литогеохимических поисков REMINEX, заверкой геохимических аномалий, шлихо-геохимическим опробованием по профилям и уздам осуществлена, главным образом, Б.С. Зеликсоном и Ю.А. Калинин. Характеристика апробации метода газо-ртутной съемки в геолого-структурных и климатических условиях рудного поля, а также описание результатов площадной газо-ртутной съемки на приоритетных площадях выполнена экспертом А.А. Айриянц. Информация о результатах геолого-геохимического сопровождения меркурометрических маршрутов подготовлена Ю.А. Калинин, при участии В.И. Лебедева и П.А. Неволько. В заключительных разделах отчета содержатся характеристики участков детализации и рекомендации по выбору мест заложения поисково-оценочных скважин, а также проведению дальнейших геолого-металлогенетических, петролого-структурных и минералого-геохимических исследований в контурах лицензионных территорий SMI.

**МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ  
ТУВЫ: КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ  
(монографический обзор)**

Лебедев Н.И.

*Тувинский институт комплексного освоения  
природных ресурсов СО РАН, Кызыл,  
e-mail: yulia\_samb@mail.ru*

Ответственный редактор доктор геолого-минералогических наук, академик РАН В.И. Лебедев.

Рекомендовано УМО РАН по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности: 25.00.11. – «Геология, поиски и разведка твердых полезных, минерагенция».

Монографический обзор является первым полным сборником объектов минерального сырья, выявленных на территории Тувы и вблизи ее границ. На основе данных геолого-съемочных, поисково-оценочных, геологоразведочных и научно-исследовательских работ в обзоре приведена информация обо всех рудных проявлениях: степени их изученности, особенностям строения и минералого-геохимической характеристике оруденения. Объекты условно классифицированы по степени промышленной значимости, дана их географическая привязка на