

Степень различия вычисленных средних значений каждого признака доказана математически (с использованием критерия Стьюдента). Проверка гипотезы о равенстве математических ожиданий двух нормальных случайных величин (СВ) при неизвестных дисперсиях показала, что наблюдаемые значения критерия Стьюдента находятся в критической области на любом уровне значимости ($\alpha < 0,001$). Нулевая гипотеза ($H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$) отвергается. В обеих выборках, представляющих бариты гидротермального и осадочного происхождения, средние величины барий-стронциевого модуля, объема элементарной ячейки, радиоактивности и концентрации ион-радикала SO_3^- существенно различаются.

Предлагаемый способ определения генетического типа ожидаемого месторождения, основанный на использовании информативных типоморфных признаков барита, заключается в следующем:

1) при проведении геологической съемки и поисковых маршрутов из встречающихся коренных выходов пород, а также из элювиальных и делювиальных развалов, высыпок из нор грызунов (на совершенно закрытых территориях: пахотных площадях, лесных массивах и др.) отбираются пробы (достаточно пяти) массой 200–300 г, в которых известными широко распространенными приемами (по совершенной спайности, высокой плотности, малой твердости, путем окрашивания хроматом калия и пр.) определяется наличие барита;

2) из отобранных проб выделяются монофракции барита. Масса монофракции должен составлять не менее 25 г. Если проба по составу близка к мономинеральной, то отбор зерен барита проводится под бинокляром. Если проба полиминеральная, то ее необходимо обработать в 5–10%-ной соляной кислоте в течение суток с дальнейшим разделением минералов в тяжелых жидкостях. Затем проверить чистоту монофракции под бинокляром;

3) полученные монофракции барита изучаются комплексом физико-химических методов:

химическим анализом определяется содержание (в масс.%) Ва и Sr и по результатам анализа рассчитывается барий-стронциевое отношение (Ва/Sr модуль);

рентгенографическим методом определяются параметры и объем элементарной ячейки барита;

методом гамма-спектрометрии — радиоактивность барита;

методом электронного парамагнитного резонанса — наличие и концентрация парамагнитных центров иона-радикала SO_3^- ;

4) результаты проведенных исследований сопоставляются с параметрами типоморфных признаков, присущих баритам месторождений установленного генезиса (табл. 3);

5) делается вывод о типе прогнозируемого объекта.

С помощью предлагаемого способа появляется возможность определить тип ожидаемого месторождения на ранней стадии ГРП и избежать неоправданных затрат на последующих стадиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманов, Г.Г. Информативность типоморфных свойств барита при определении генезиса оруденения / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова // Руды и металлы. — 2011. — № 3–4. — С. 16–17.
2. Ахманов, Г.Г. Проблемы и стратегия развития минерально-сырьевой базы барита России / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, Т.А. Булаткина // Матер. Междунар. н.-прак. конф. «Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений». — Казань, 2015. — С. 58–61.
3. Ахманов, Г.Г. К генезису травертиноподобных баритов впадины Дерюгина (Охотское море) / Г.Г. Ахманов, И.П. Егорова, П.Е. Михайлик и др. // Отеч. геология. — 2015. — № 1. — С. 82–88.

© Ахманов Г.Г., Егорова И.П., Булаткина Т.А., 2017

Ахманов Георгий Григорьевич // root@geolnerud.net

Егорова Ирина Петровна // irna65@yandex.ru

Булаткина Татьяна Анатольевна // root@geolnerud.net

УДК 553.896.422.6.041+549.383н:551.73(470.631)

Полянин В.С.^{1,2}, Дусманов Е.Н.^{1,2}, Полянина Т.А.¹, Яковлева Е.И.¹ (1 — ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», 2 — ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», Казанский (Приволжский) федеральный университет)

О ПЕРВОЙ НАХОДКЕ НЕФРИТА НА КАВКАЗЕ

*В статье дана характеристика первого, открытого на Кавказе, проявления нефрита. На проявлении во вмещающем его массиве ультрамафитов и в целом по Кяфарской потенциально нефритоносной зоне рекомендуется постановка специализированных на нефрит поисковых работ. **Ключевые слова:** нефрит, Кавказ, Карачаево-Черкесская Республика, ультрамафиты дунит-гарцбургитовой формации.*

Polyanin V.S.^{1,2}, Dusmanov E.N.^{1,2}, Polyagina T.A.¹, Yakovleva E.I.¹ (1 — TSNIGeolnerud; 2 — TSNIGeolnerud, Kazan (Volga Region) Federal University)

ABOUT THE FIRST OCCURRENCE OF NEPHRITE IN THE CAUCASUS

*The article presents the first occurrence of nephrite in the Caucasus. Geological explorations are recommended on the occurrence, on the ultramafite massif and on the Kyafar potential zone of nephrite. **Keywords:** nephrite, Caucasus, Karachay-Cherkessia, ultramafites of dunite-harzburgite formation.*

Геология и минералогия ультрамафитов Кавказа изучалась Н.Д. Соболевым (1952), В.И. Серебряйским, Ю.Д. Сорокиным (1985), В.В. Плошко (1986), В.П. Глазковым, Е.Н. Луценко, А.Ф. Бойко (1987 г.), В.С. и Т.А. Поляниными (2010) и другими исследователями.

С ультрамафитами дунит-гарцбургитовой формации Кавказа, становление которых датируется ранним-средним палеозоем, пространственно и генетически связан ряд месторождений и проявлений цветных камней (поделочного жадеита, агатов, поделочных листовитов), мелкие непромышленные месторождения гипергенных железных руд и хризотил-асбеста, проявления ртути, талька и пелитоморфного магнезита (В.С. Полянин, Т.А. Полянина, 2010).

Таблица 1

Сравнение содержаний основных химических элементов в нефритоподобных породах Малокафарского массива и нефритах промышленных месторождений России

Объекты нефрита			Содержание в % на абс. сухую навеску								
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
Оспинское (23)			56,22	0,04	1,09	0,96	4,12	12,66	21,89	0,10	0,08
Горлыкгольское (8)			55,68	0,05	1,39	1,43	3,28	11,94	22,73	0,06	0,014
Улан-Ходинское (22)			55,58	0,03	1,20	1,28	3,30	12,32	22,79	0,06	0,05
Малокафарское	обр. КФ-8-1	Тремолитит массивный	56,55	0,03	1,44	0,37	1,94	14,06	21,87	0,20	0,03
	обр. КФ-8-3	Тремолитит рассланцованный	56,06	0,05	1,93	0,40	2,32	13,09	22,91	0,24	0,03
	обр. КФ-8-4	Тремолитит массивный	56,48	0,03	1,87	0,01	3,42	14,30	20,74	0,25	0,03
	обр. КФ-8-7	Тремолитит	55,64	0,03	2,40	0,34	2,84	11,16	22,93	0,28	0,07

Примечание. В скобках указано число проб.

Таблица 2

Результаты рентгенографического фазового анализа образцов нефритоподобных пород Малокафарского массива

№№ п/п	№№ обр.	Название породы	Минеральный состав, % масс.
1	2	3	4
1	КФ-8-1	Тремолитит массивный	Тремолит — 78; диопсид — 13; хлорит — 5; серпентиновые минералы — 2; кальцит — 1; магнетит — <1; кварц — <1
2	КФ-8-3	Тремолитит рассланцованный	Тремолит — 79; диопсид — 12; хлорит — 7; антигорит — <1; магнетит — <1; кварц — <1; кальцит — <1
3	КФ-8-4	Тремолитит массивный	Тремолит — 72; диопсид — 11; антигорит — 8; хлорит — 8; кварц — <1; кальцит — <1
4	КФ-8-5	Тремолитит массивный	Тремолит — 66; хлорит — 15; диопсид — 15; антигорит — 4; кварц — <1; кальцит — <1
5	КФ-8-7	Тремолитит	Тремолит — 74; хлорит — 10; антигорит — 8; диопсид — 5; кварц — 1; магнетит — <1; кальцит — <1

До настоящего времени прямые находки нефрита на Кавказе не были известны. В результате анализа материалов по геологическому строению ультрамафитовых массивов Кавказа в пределах некоторых из них (Малокафарском и др.) были выделены участки по геологическому строению, подобные вмещающим залежи зеленого нефрита. Они представляют собой поля развития интенсивно серпентинизированных ультрамафитов, рассеченных дайками габброидов. Последние обычно интенсивно изменены и превращены в родингиты (разнообразные по составу метасоматиты по габбро). На границе даек метагабброидов и серпентинитов обычно и локализуются залежи нефрита.

Было установлено, что и по ряду других показателей (принадлежность ультрамафитов Кавказа к дунит-гарцбургитовой формации, минеральный и химический состав ультрамафитов и родингитов и др.) ультрамафиты Малокафарского, Кафарского и других массивов ультрамафитов Кафарской группы, расположенных северо-западнее пос. Архыз Зеленчукского района Карачаево-Черкесской Республики, подобны вмещающим промышленные месторождения нефрита. При этом Малокафарский массив был выделен в качестве

наиболее перспективного на нефрит.

В 2014 г. авторами — сотрудниками группы цветных камней ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» проведено ревизионное обследование Малокафарского массива ультрамафитов.

По полученным данным обследованная часть Малокафарского массива сложена антигорит-лизардитовыми и лизардит-антигоритовыми серпентинитами, возникшими при гидратации дунитов и ортопироксеновых дунитов. Метаоливиновая составляющая серпентинитов характеризуется петельчатой, секториальной (лизардит), гребенчатой, игольчатой и сноповидной (антигорит) структурой.

В коренных крупнообломочных развалах одного из тел родингитов были обнаружены глыбы (размером до 0,4х0,3х0,15 м) скрыто-кристаллических нефритоподобных пород светло-серого с зеленоватым оттенком цвета. Размеры элювиального развала обследованного тела родингитов и нефритоподобных пород составляют

около 10 м в длину, 1,5–2 м в ширину и до 0,8 м по вертикали.

Аналитические исследования¹ нефритоподобных пород (проведение химического анализа, количественного рентгено-фазового анализа, микроскопическое изучение прозрачных шлифов) показали, что нефритоподобные породы (обр. КФ-8-1, КФ-8-3, КФ-8-4, КФ-8-7) по своему химическому и минеральному составу относятся к тремолититам.

Химический состав нефритоподобных пород Малокафарского массива подобен химическому составу нефритов известных месторождений (табл. 1). Содержание тремолита в нефритоподобных породах Малокафарского массива по данным рентгенографии колеблется от 66 до 79 % (табл. 2). В качестве примесей в породах присутствуют: хлорит (5–15 %), диопсид (5–15 %), антигорит (до 8 %), незначительные количества кальцита, кварца и магнетита. Породы обладают микролепидо-, фибробластовой и сноповидной структурой.

¹ Химический и количественный рентгенофазовый анализы выполнены в Аналитико-технологическом сертифицированном испытательном центре ФГУП «ЦНИИгеолнеруд».

Приведенные данные о химическом и минеральном составе нефритоподобных пород Малокияфарского массива свидетельствуют об их принадлежности к зеленым апоультрамафитовым нефритам.

Проведенный сотрудником Казанского федерального университета А.Г. Николаевым геммологический анализ двух полированных пластин нефрита показал, что по своим характеристикам (окраска, рисунок, просвечиваемость 0,4–0,7 см, декоративность и др.), регламентированным ТУ 41-07-52-90 «Камни цветные природные в сырье», нефритоподобные породы Малокияфарского массива соответствуют поделочному нефриту II сорта при условии минимальной блочности 100×100×50 см.

Таким образом, в результате проведения ревизионных работ в пределах Малокияфарского массива впервые на Кавказе обнаружено проявление нефрита, названное Малокияфарским, а Кяфарская группа массивов ультрамафитов (Малокияфарский, Кяфарский, Агурский, Речепстинский, Церковно-Полянский, Зеленчукский) отнесена к разряду потенциально нефритоносных зон, перспективных на обнаружение промышленных месторождений нефрита.

Таким образом, можно говорить об открытии в России новой Лабино-Малкинской потенциально нефритоносной минерагенической провинции, пространственно совпадающей с одноименным ультрамафитовым поясом.

Нефрит в России в последние годы является наиболее ликвидным и конъюнктурным цветным камнем. Он пользуется ажиотажным спросом на российском и китайском рынках цветных камней: за последние два де-

сятилетия только легальная его добыча и цены на камень увеличились не менее, чем в 10 раз. При этом более 95 % лицензионной добычи нефрита сосредоточены в нефритоносных районах Республики Бурятия: Витимском, где добывается белый (светлоокрашенный) апокарбонатный нефрит, а также в Окинском и Джидинском, где разрабатываются месторождения зеленого апоультрамафитового нефрита.

Приведенная информация о конъюнктуре нефритового сырья и перспективах обнаружения на Кавказе месторождений нефрита определяет необходимость постановки специализированных на нефрит поисковых работ в массивах ультрамафитов Кяфарской потенциально нефритоносной зоны и в первую очередь в Малокияфарском массиве ультрамафитов. Обнаружение и эксплуатация месторождений нефрита на Кавказе позволит решать вопросы социально-экономического развития региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гадиятов, В.Г. Цветные камни Якутии и их месторождения / В.Г. Гадиятов, В.К. Маршинцев. — Екатеринбург: Банк культурной информации, 2000. — 328 с.
2. Плошко, В.В. Гипербазиты Карпато-Крымско-Кавказской складчатой системы / В.В. Плошко. — Киев: Наукова думка, 1986. — 192 с.
3. Полянин, В.С. История геологического развития и минерагения офиолитов Северо-Западного Кавказа / В.С. Полянин, Т.А. Полянина // Отечественная геология. — 2010. — № 4. — С. 61-63.
4. Соболев, Н.Д. Ультрабазиты Большого Кавказа / Н.Д. Соболев. — М.: Госгеолиздат, 1952. — 240 с.

© Коллектив авторов, 2017

Полянин Валерий Сергеевич // root@geolnerud.net
Дусманов Евгений Николаевич // evgeny.dusmanov@gmail.com
Полянина Тамара Александровна // samsam@geolnerud.net
Яковлева Евгения Игоревна // root@geolnerud.net

ГЕОФИЗИКА

УДК 550.379: 550.361.4

Нерадовский Л.Г. (Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН)

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННО-ИНДУКЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В СЛОЕ ГОДОВЫХ ТЕПЛОБОРОТОВ КРИОЛИТОЗОНЫ ЯКУТИИ

Описан новый алгоритм методики вычисления на разной глубине в слое годовых теплооборотов температуры мерзлых грунтов по данным метода дистанционно-индукционного зондирования. На примере одного из инженерных сооружений криолитозоны Якутии показан результат применения методики с анализом ошибок вычислений температуры на глубине 3–10 м по одной из характеристик скорости затухания составляющих гармонического поля высокочастотного вертикального магнитного то-

чечного диполя (ВВМД) и эффективному электрическому сопротивлению мерзлых грунтов. Предложено апробировать методику в сплошной и прерывисто-островной криолитозоне России с целью изучения пространственно-временной динамики теплового состояния мерзлых оснований инженерных сооружений. **Ключевые слова:** мерзлые грунты, слой годовых теплооборотов, температура, термометрия скважин, метод индукции, поле ВВМД, параметр амплитудного ослабления, эффективное электросопротивление, корреляция, ошибки вычисления.

Neradovskiy L.G. (Melnikov Permafrost Institute SB RAS)
PROCEDURE FOR DETERMINING UPPER-PERMAFROST TEMPERATURE DYNAMICS WITH THE REMOTE INDUCTION SOUNDING METHOD IN YAKUTIA

This paper describes a new procedure for calculating permafrost temperatures within the layer of annual temperature fluctuations from remote induction sounding data. Based on a case