N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 1, Number 421 (2017), 79 – 86

E. B. Aksholakov, A. Sharapatov, K. S. Togizov, Ya. K. Arshamov

Kazakh National Research Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: sharapatovich@mail.ru

ZHITIKARA ORE DISTRICT: MINERALS AND ORES OF RARE EARTHS AND THEIR PROSPECTS OF STUDYING LOGGING METHODS

Abstract. The systematic study of the ore Zhitikara region held since the beginning of the 60s of the last century. In the course of exploration work on titanium was found Churchite presence of mineralization. Studies have shown that the occurrence of residual deposits of titanium, yttrium, rare earths and manganese in the strata in Marinovsk formation was due to intense crust formation in the Mesozoic. The Marinovsk section is divided into three horizons – the upper quartzite-shale, average substantially amphibolite and lower gneiss. It was found that yttrium and rare earths tend most to melanocratic schist, concentrated mainly in the garnet, biotite, as well as accessory minerals – apatite and orthite.

Churchite at the time of this ore region was considered the only mineral that is associated with the rare-earth mineralization. The results of subsequent studies have shown that only a small proportion of rare earths concentrate directly to Churchite. It became necessary to study the gross clay rock weathering crust. Therefore, to assess the content of yttrium and rare earths used data from only those wells for which the determination of the amount of oxides was carried out on all argillaceous rocks.

Since 2011, the thematic papers obtained detailed geological information on wells – column describing rocks at depth, the results of testing of ore intervals on rare earth metals. To determine the geophysical criteria for allocation of ore intervals measurements were performed in wells of electrical (apparent resistivity and natural polarization) and radioactive (natural gamma radiation) properties of rocks. The unique link between the industrial maintenance intervals of Churchite and increased values of natural radioactivity on curves gamma logging has not been established. Recommended testing and continuation of geophysical research methods of artificial wells nuclear field (gamma, neutron methods).

Key words: rare earth mineral formations, argillaceous rock weathering crust, radioactive, and electrical properties of rare earth ores.

УДК 553.493:550.85(550.832)

Е. Б. Акшолаков, А. Шарапатов, К. С. Тогизов, Я. К. Аршамов

Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ЖИТИКАРИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН: МИНЕРАЛЫ И РУДЫ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДАМИ КАРОТАЖА

Аннотация. Систематическое изучение Житикаринского рудного района проводится с начала 60-х годов прошлого века. В ходе геологоразведочных работ на титан было установлено наличие черчитовой минерализации. Исследования показали, что возникновение остаточных месторождений титана, иттрия, редких земель, марганца в толщах мариновской свиты происходило вследствие интенсивного корообразования в мезозое. В разрезе мариновской свиты выделены три горизонта – верхний кварцито-сланцевый, средний существенно амфиболитовый и нижний гнейсовый. Установлено, что иттрий и редкие земли тяготеют больше всего к меланократовым кристаллическим сланцам, концентрируются в основном в гранате, биотите, а также в акцессорных минералах – апатите и ортите.

Черчит в то время по данному рудному району считался единственным минералом, с которым связана редкоземельная минерализация. Результаты последующих исследований показали, что только небольшая часть редких земель сосредоточена непосредственно в черчите. Возникла необходимость валового изучения глинистых пород коры выветривания. Поэтому, для оценки содержания иттрия и редких земель использованы данные только тех скважин, по которым было выполнено определение суммы оксидов по всем глинистым породам.

С 2011 года в рамках тематических работ получены детальные геологические сведения по скважинам – колонки с описанием пород по глубине, результаты опробования рудных интервалов на редкоземельные металлы. Для определения геофизических критериев выделения рудных интервалов в скважинах были проведены измерения электрических (кажущегося сопротивления и естественной поляризации) и радиоактивных (естественного гамма-излучения) свойств горных пород. Однозначная связь между интервалами с промышленным содержанием черчита и повышенными значениями естественной радиоактивности по кривым гамма-каротажа не установлена. Рекомендуются апробация и продолжение геофизических исследований скважин ядерными методами искусственного поля (гамма-, нейтронные излучения).

Ключевые слова: глинистые породы коры выветривания, редкоземельные минеральные образования, радиоактивные и электрические свойства редкоземельных руд.

Введение. Как правило, редкоземельные элементы встречаются в природе совместно. Известно более 250 минералов, содержащих редкоземельные элементы. Однако к собственно редкоземельным минералам, могут быть отнесено только 60–65 минералов, в которых содержание Me_2O_3 превышает 5–8 %. Наиболее распространенные разновидности метаморфических пород, по которым развивается кора выветривания с рудами иттрия и редких земель – биотитовые, биотит-гранатовые, амфибол-гранатовые и хлорит-амфибол-гранатовые гнейсы, меланократовые, обыкновенные и лейкократовые амфиболиты с эпидотом, хлоритом, гранатом и биотитом; плагиоклаз-кварц-мусковитовые, плагиоклаз-хлорит-мусковитовые, пьемонтит-спессартиновые сланцы и амфиболиты

Концентраторами редких земель в рудоформирующем субстрате являются некоторые второстепенные породообразующие минералы – гранат, биотит, а также акцессорные апатит и ортит. Отмеченные в единичных зернах ксенотим и монацит не могут служить основным источником для накопления гипергенных, собственно редкоземельных минералов.

В мезозое вследствие интенсивного корообразования в толщах мариновской свиты возникли остаточные месторождения титана, иттрия, редких земель, марганца. Фактический пример таких рудных концентраций наблюдается в Житикаринском рудном районе, одним из которых является Кондыбайское титан-иттрий-редкоземельное месторождение. В разрезе мариновской свиты выделены три горизонта – верхний кварцито-сланцевый, средний существенно амфиболитовый и нижний гнейсовый [1]. Верхний горизонт сложен слюдистыми сланцами с преобладанием хлоритовых

разностей. В составе горизонта наиболее развиты кварциты и кварцитовые сланцы, а также маломощная пачка пьемонтит (эпидоты, содержащие марганец, алюминий) – железо-спессартиновых сланцев. Все разновидности пород верхнего горизонта графитизированы и пиритизированы в пределах отдельных прослоев. Амфиболитовый горизонт представлен обыкновенными амфиболитами и их меланократовыми и лейкократовыми разностями, лейкократовыми гнейсами. Для амфиболитовых горизонтов характерно быстрое выклинивание и фациальные взаимопереходы лейко- и меланократовых разностей, что может быть косвенным признаком их образования за счет метаморфизма вулканогенных пород основного состава (Михайлов А.К., 1962 г.). Гнейсовый горизонт выполнен полевыми шпатами, кварцем, биотитом, хлоритом, гранатом, амфиболом, эпидотом. По данным Ниязова А.Р., Брылина М.Д. (1962 г.), мариновской свите, особенно амфиболитам и амфиболито-гнейсам, свойственно накопление титана (рутил, ильменит), ванадия (кульсонит-ванадиеносный магнетит), иттрия и редких земель. Причем, концентрация главного титанового минерала – рутила достигает максимума в их меланократовых разностях (Шкуропат Б.А.). Иттрий и редкие земли тяготеют больше всего к меланократовым кристаллическим сланцам, концентрируются в основном в гранате, биотите, а также в акцессорных минералах – апатите и ортите, возможно в углероде, метаморфизованном в графит.

В пьемонтит-спессартиновых сланцах накапливаются марганец, железо (биксбиит-марганценосный гематит), также для них характерен высокий фон иттрия [2]. Особенности распределения редких земель в процессе корообразования детально изучены Бурковым В.В., а также Подпориной Е.К. и др. Они установили, что на Кондыбайском месторождении редкие земли в коре выветривания распределяются между тремя группами минеральных образований:

- входят изоморфно в состав реликтовых эндогенных породообразующих минералов – граната, апатита, ортита и др.;
- концентрируются в собственных новообразованных гипергенных минералах – черчите, иттрорабдофаните и неодимовом бастнезите;
- адсорбируются гипергенными коллоидальными минералами – каолинитом, гидроокислами железа и др.

Установлено, что наиболее богатые концентрации собственных редкоземельных минералов, среди которых выделяется и черчит, тяготеют к зоне структурных каолинов, особенно к ее нижней половине. Среди редкоземельных минералов выделяются остаточные (первичные – ксенотим, монацит) и гипергенные (вторичные). Особенностью данных минералов являются аномально высокие содержания европия – 1,3 % в монаците и 1,5 % в ксенотиме.

Основную ценность в коре выветривания представляют вторичные редкоземельные минералы бастнезит, черчит и рабдофанит. Содержание бастнезита достигает 2440 г/т. Черчит самый распространенный минерал на месторождении, его содержание достигает 6,162 кг/т., рабдофанит по составу является близким аналогом черчита ($\sum TR_2O_3$ – 47,57 %), для него характерно повышенное содержание иттрия (4,76 %).

Ниязовым А.Р. и Брылиным М.Д. 1962–1968 гг. на месторождении выделялись черчитовые и так называемые «биксбиитовые руды» [3]. Черчитовыми назывались руды, где установлены участки скопления минерала черчита. На начальном этапе разведки месторождения редкоземельное оруденение связывалось только с этим минералом. Последующими работами основной упор был сделан на валовое изучение пород коры выветривания и установлено, что эти руды хотя и имеют распространение в пределах месторождения, но самостоятельного промышленного значения не имеют, поскольку количество их в пределах месторождения незначительно. «Биксбиитовые руды» связаны с корой выветривания пьемонтит-спессартиновых сланцев, которые в виде самостоятельного горизонта мощностью от 50 до 200 м прослеживаются и фиксируются подсечениями на протяжении более 10 км и покрыты площадной корой выветривания мощностью от 20 до 50 м (редко до 70–90 м). Работы последующих лет [1], что редкоземельные металлы на месторождении связаны не только с черчитом, а входят в состав глинистых пород коры выветривания, а в черчитовых рудах сосредоточено незначительное количество редких земель. Была изменена методика поисковых работ, и содержание редких земель начали определять по всей массе глинистых пород.

В разрезе кор выветривания пьемонтит-спессартиновых сланцев верхняя часть разреза сложена не традиционными охристо-каолиновыми бесструктурными глинами, а черной и буровато-

Таблица 1 – Геологическая колонка по скважине (оптимизированная для печати версия)

Порейсовая уходка, м		Выход керна, линейный, %	Описание пород	Интервал опробования, м		Содержание в г/т				
от	до			от	до	TR_2O_3	Y	Yb	La	Ce
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,0	1,1	90	0,0-0,25 м - Почвенно-растительный слой черно-бурого цвета. 0,25-0,7 м - Пластичная коричневая глина с небольшой примесью, до 10 % почвенно-растительного слоя. 0,7-3,5 м - Светло-коричневая глина, пластичная, песчанистого материала не ощущается. Изредка видны кристаллы гипса, мелкие, до 1 см, включения светло-серого каолинита.	0,0	2,0	152,5	30	2,5	50	70
1,1	2,2	90		2,0	3,5	86,0	15	1	20	50
2,2	3,5	90				121,5	20	1,5	30	70
3,5	6,0	90	3,5-4,2 м - Та же светло-коричневая глина, но в ней появилась дресва невыветрелых включений кварца, размером до 2 см. 4,2-8,0 м - Цвет глины резко меняется со светло-коричневого на сочетание светло-серой и кирпично-красной примерно в равных соотношениях. Границы расплывчатые, формы включений светло-серой глины (каолинита) и кирпично-красной различные от овалов размером 5-7 см до полосовидной, разных размеров и разной ширины. Глина мягкая, пластичная. 8,0-10,6 м - Интервал аналогичен вышеописанному, только количество белой глины уменьшилось до 10-15 %. Изредка встречаются включения кварца размером до 5 см. Кварц полупрозрачный. 10,6-11,5 м - Цвет керна становится кирпично-красным, кирпично-оранжевым, без белых включений. Песчаного материала не ощущается. 11,5-13,2 м - Цвет керна становится желтовато-серым. Изредка наблюдаются светло-серые включения каолинита, с 12,3 м становятся заметны блестки светлой слюды. 13,2-14,5 м - Цвет керна становится желтовато-темно-серым. Керновый материал потерял пластичность. На ощупь ощущается дресва полуразложившихся углистых сланцев. Размеры зерен дресвы до 0,5 см. 14,5-20,5 м - Цвет керна стал серебристо-коричневым за счет слюды. Керн представлен глинистым материалом, но не пластичным. На ощупь чувствуется мелкая дресва, по-видимому, сланцев. Повсеместно видны блестки светлой слюды.	3,5	6,0	122,0	20	2	30	70
6,0	7,1	90		6,0	8,0	127,0	25	2	50	50
7,1	9,6	90		8,0	10,0	183,0	30	3	50	100
9,6	11,7	90				147,0	25	2	50	70
11,7	12,2	100		10,0	12,0	81,0	10	1	<20	50
12,2	14,7	90		12,0	14,0	360,0	100	10	150	100
14,7	17,3	90				203,0	50	3	50	100
17,3	18,5	90		14,0	16,0	153,0	50	3	50	50
18,5	21,1	90		16,0	18,0	122,0	50	2	20	50

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21,1	23,6	90	20,5-21,6 м - Интервал керна аналогичен вышележащему. Отличие заключается в некотором осветлении материала керна (глины). 21,6-22,0 м - Вновь потемнение цвета керна, за счет несколько меньшей степени выветривания черных сланцев. Цвет стал темно-коричневым. 22,0-24,7 м - Керн вновь представлен осветленной разностью глины, в которой на ощупь чувствуется мелкая дресва материнских пород. Дресва раздавливается при нажатии ногтем. Присутствует светлая слюда, но ее количество уменьшилось по сравнению с вышележащими интервалами, около 1 %. 24,7-25,0 м - Интервал керна черного цвета, представлен дресвой прокварцованных углистых сланцев. При нажатии ногтем дресва не раздавливается и остается в каменном виде. 25,3-33,8 м - Продолжение пород, описанных в интервале 22,0-24,7 м. Некоторым отличием можно считать вновь увеличение количества слюды до 2-3 %. Изредка встречаются мелкие включения ослепительно белой глины (по-видимому, каолинита), до 1 см в диаметре. 33,8-35,8 м - Цвет керна становится несколько светлее, за счет увеличения количества белых включений, но все равно имеет коричневый цвет. В глинистом материале чаще встречается дресва, которая уже не размазывается при нажатии, а остается в виде мелких камешков, размером до 1 см. 35,8-36,1 м - Крупный щебень сильно окварцованных, перемятых углисто-карбонатизированных (?) (царапаются гвоздем) сланцев. 36,1-38,3 м - Массивные, слабо трещиноватые зеленые, сильно окварцованные, карбонатизированные, метаморфизованные сланцы (коренные породы). Скважина закрыта, как выполнившая геологическое задание.	18,0	20,0	123,0	30	3	20	70
23,6	26,1	90		20,0	22,0	92,0	20	2	20	50
26,1	28,5	90		22,0	24,0	112,0	20	2	20	70
28,5	29,9	90				86,5	15	1,5	20	50
29,9	30,4	100		24,0	26,0	123,0	30	3	30	70
30,4	31,5	90		26,0	28,0	102,0	30	2	20	50
31,5	34,2	90		28,0	30,0	157,0	25	2	30	100
34,2	35,7	90		30,0	32,0	87,0	15	2	20	50
35,7	37,2	90		32,0	34,0	112,0	20	2	20	70
37,2	38,3	90		34,0	36,0	91,0	20	1	20	50
						111,5	20	1,5	20	70
				36,0	38,3	201,5	20	1,5	30	150
						152,0	20	2	30	100