

ISSN 2224-5278

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES

OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

6 (414)

ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2015 ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2015 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2015

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

Ж. М. Әділов

ҚазҰЖҒА академигі **М. Ш. Өмірсеріков**

(бас редактордың орынбасары)

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бейсенова А.С.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғалиев Г.Х.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қожахметов С.М.**; геол.-мин. ғ. докторы, академик НАН РК **Курскеев А.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., академик НАН РК **Оздоев С.М.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Рақышев Б.Р.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүктүков Н.С.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.Р.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сейітмұратова Э.Ю.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәткеева Г.Г.**; техн. ғ. докторы **Абаканов Т.Д.**; геол.-мин. ғ. докторы **Абсаметов М.К.**; геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Байбатша Ә.Б.**; геол.-мин. ғ. докторы **Беспаев Х.А.**; геол.-мин. ғ. докторы, ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Ж.С.**; геол.-мин. ғ. кандидаты, проф. **Жуков Н.М.**; жауапты хатшы **Толубаева З.В.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Әзірбайжан ҰҒА академигі **Алиев Т.** (Әзірбайжан); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Бакиров А.Б.** (Қырғызстан); Украинаның ҰҒА академигі **Булат А.Ф.** (Украина); Тәжікстан ҰҒА академигі **Ганиев И.Н.** (Тәжікстан); доктор Ph.D., проф. **Грэвис Р.М.** (США); Ресей ҰҒА академигі РАН **Конторович А.Э.** (Ресей); геол.-мин. ғ. докторы, проф. **Курчавов А.М.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Постолатий В.** (Молдова); жаратылыстану ғ. докторы, проф. **Степанец В.Г.** (Германия); Ph.D. докторы, проф. **Хамфери Дж.Д.** (АҚШ); доктор, проф. **Штейнер М.** (Германия)

Главный редактор

академик НАН РК

Ж. М. Адилов

академик КазНАЕН **М. Ш. Омирсериков**

(заместитель главного редактора)

Редакционная коллегия:

доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Бейсенова**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **Г.Х. Ергалиев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Кожаметов**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **А.К. Курскеев**; доктор геол.-мин. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Оздоев**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Б.Р. Ракишев**; доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.С. Буктуков**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Р. Медеу**; доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Э.Ю. Сейтмуратова**; докт. техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор техн. наук **Т.Д. Абаканов**; доктор геол.-мин. наук **М.К. Абсаметов**; докт. геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Байбатша**; доктор геол.-мин. наук **Х.А. Беспаяев**; доктор геол.-мин. наук, академик НАН РК **Ж.С. Сыдыков**; кандидат геол.-мин. наук, проф. **Н.М. Жуков**; ответственный секретарь **З.В. Толубаева**

Редакционный совет

академик НАН Азербайджанской Республики **Т. Алиев** (Азербайджан); доктор геол.-мин. наук, проф. **А.Б. Бакиров** (Кыргызстан); академик НАН Украины **А.Ф. Булат** (Украина); академик НАН Республики Таджикистан **И.Н. Ганиев** (Таджикистан); доктор Ph.D., проф. **Р.М. Грэвис** (США); академик РАН **А.Э. Конторович** (Россия); доктор геол.-мин. наук **А.М. Курчавов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **В. Постолатий** (Молдова); доктор естественных наук, проф. **В.Г. Степанец** (Германия); доктор Ph.D., проф. **Дж.Д. Хамфери** (США); доктор, проф. **М. Штейнер** (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук». ISSN 2224-5278

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

Zh. M. Adilov,

academician of NAS RK

academician of KazNANS **M. Sh. Omirserikov**

(deputy editor in chief)

Editorial board:

A.S. Beisenova, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **G.Kh. Yergaliev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **S.M. Kozhakhmetov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.K. Kurskeev**, dr. geol-min. sc., academician of NAS RK; **S.M. Ozdoyev**, dr. geol-min. sc., prof., academician of NAS RK; **B.R. Rakishev**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **I.V. Severskiy**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.S. Buktukov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.R. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., academician of NAS RK; **E.Yu. Seytmuratova**, dr. geol-min. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.D. Abakanov**, dr. eng. sc., academician of KazNANS; **M.K. Absametov**, dr. geol-min. sc., academician of KazNANS; **A.B. Baibatsha**, dr. geol-min. sc., prof.; **Kh.A. Bespayev**, dr. geol-min. sc., academician of IAMR; **Zh.S. Sydykov**, dr. geol-min. sc., academician of NAS RK; **N.M. Zhukov**, cand. geol-min. sc., prof.; **Z.V. Tolybayeva**, secretary

Editorial staff:

T. Aliyev, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **A.B. Bakirov**, dr. geol-min. sc., prof. (Kyrgyzstan); **A.F. Bulat**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.N. Ganiev**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **R.M. Gravis**, Ph.D., prof. (USA); **A.E. Kontorovich**, RAS academician (Russia); **A.M. Kurchavov**, dr. geol-min. sc. (Russia); **V. Postolatiy**, NAS Moldova academician (Moldova); **V.G. Stepanets**, dr. nat. sc., prof. (Germany); **J.D. Hamferi**, Ph.D, prof. (USA); **M. Steiner**, dr., prof. (Germany).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. ISSN 2224-5278

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 414 (2015), 57 – 65

RARE EARTH ELEMENTS AND THEIR FORMS OF OCCURRENCE IN THE WEATHERING CRUST OF ORE TALAYRYK (THE NORTH KAZAKHSTAN)

L. D. Isayeva¹, K. Sh. Dyussebayeva¹, M. K. Kembayev², U. Yusupova²

¹Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

²Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

Keywords: weathering crust, rare earth elements, forms of occurrence.

Abstract. Rare earth deposits in weathering crusts are gaining importance for Kazakhstan, due to the availability of their field development. However, the degree of their study is not sufficiently high. In this respect, tin rare metal ore occurrence Talayryk with yttrium-rare earth mineralization, along with other well-known rare earth deposits in the weathering crusts (Kundybay, Akbulak – Kustanay region) also causes great interest. The investigated object is located in the northern part of Ulytau meganticlinorium and is confined to the southern tip of Souktal array of Arganaty Plateau that is composed by metamorphic complex of Proterozoic gneiss-granites and Paleozoic granitoids. Rare earth ore occurrence Talayryk is connected with an array of rare metal gneiss-granites, which have undergone processes of greisenization, albitization, fluoritization. The products of the weathering are non-displaced structural mica crushed stony, less mica-argillaceous formation. Industrial contents of yttrium and rare earths are found in weathering crusts and preliminarily was defined contour of deposit which constitute an area of about 2 км². The main mineral carriers of yttrium and rare earths in weathering crusts are kaolinite, hydromuscovite, plagioclase has a secondary importance. Finding of yttrium and rare earths in the form of impurity elements in the main ore-forming minerals (cassiterite, ilmenite, green muscovite, differently colored zircon) were identified by the authors. Actually rare earth minerals (monazite, bastnesite) are among the rare.

УДК 546.65:551.311.231(574.2)

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ФОРМЫ ИХ НАХОЖДЕНИЯ В КОРЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ТАЛАЙРЫК (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)

Л. Д. Исаева¹, К. Ш. Дюсембаева¹, М. К. Кембаев², У. Юсупова²

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан,

²Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

Ключевые слова: кора выветривания, редкоземельные элементы, формы нахождения.

Аннотация. Редкоземельные месторождения в корах выветривания приобретают все большую значимость для Казахстана, в связи с доступностью их отработки. Однако степень их изученности недостаточно высока. В этом отношении Талайрыкское редкометалльное оловоносное рудопроявление с иттрий-редкоземельной минерализацией, наряду с другими известными редкоземельными месторождениями в корах выветривания (Кундыбай, Акбулак – Кустанайская область) вызывает также несомненный интерес. Исследуемый объект находится в северной части Улутауского мегантиклинория и приурочен к южной оконечности Соуктальского массива Арганатинского поднятия, который сложен метаморфическим комплексом протерозоя, гнейсо-гранитами и гранитоидами палеозоя. Талайрыкское рудопроявление редких земель связано с массивом редкометалльных гнейсо-гранитов, подвергнутых процессам грейзенизации, альбити-

зации, флюоритизации. Продуктами выветривания являются перемещенные структурные слюдисто-дресвянистые, реже слюдисто-глинистые образования. Установлены промышленные содержания иттрия и редких земель в корах выветривания, предварительно определен контур залежи, составляющий площадь около 2 км². Основными минералами носителями иттрия и редких земель в корах выветривания являются каолинит, гидромусковит, плагиоклаз имеет подчиненное значение. Авторами статьи выявлено нахождение иттрия и редких земель в виде элементов-примесей в главных рудообразующих минералах (касситерит, ильменит, зеленый мусковит, различно окрашенные цирконы). Собственно редкоземельные минералы (монацит, бастнезит) относятся к числу редких.

Введение. Талайрыкское редкометалльное оловоносное рудопроявление с иттрий-редкоземельной минерализацией расположено в Амангельдинском районе Костанайской области в 100 км к юго-западу г. Аркалык. Геологические работы на площади рудопроявления Талайрык в разные годы проводилась объединением СевКазГеология (1972-1986 гг.). В изучении и открытии иттрий-редкоземельной минерализации на рудопроявлении Талайрык принимали участие Н. П. Пыльнов, С. С. Чудин (1987-1991 гг.), А.Л. Демьяненко, Н.П. Пыльнов, С.С.Чудин (1992-1994 гг.), ГХК «Маржан» Тургайская ГРЭ [1]. Исследования на присутствие редкоземельной минерализации проводились под руководством М.Ш. Омирсерикова (ИГН им. К.И. Сатпаева, 2012-2014 гг.)

В структурном отношении территория участка находится в области испытавшей тектономагматическую активизацию и соответствует узлу сочленения региональной зоны смятия субмеридионального простирания и разрывных структур субширотного и субмеридионального простираний глубинного заложения, предопределяющих развитие кварц-полевошпатового метасоматоза с редкометалльной специализацией (Sn, W, Be, Ta, Nb и др.) и линейных кор выветривания. Площадь редкометалльного оруденения Талайрык сложена массивами: Сабасалды - Торгайскими гранодиоритами, Сауктаьльскими гнейсо-гранитами и метаморфическими породами докембрия, местами перекрытыми корами выветривания мезокайнозоя, средней мощностью до 25 метров. Последняя занимает 2/3 площади покрова пород фундамента и развита на всех разновидностях пород. В линейных зонах мощность коры выветривания достигает до 100 м и более. В генетическом отношении она относится к типу остаточных. В разрезе кора выветривания представлена четырьмя зонами снизу вверх: 1. Зона дезинтеграции материнских пород, мощностью 1 м и более; 2. Зона структурных глин сложного состава пестрой окраски; 3. Зона белых каолинитов (каолинит, кварц), развитая только по корам выветривания гнейсо-гранитов. 4. Каолинитовая зона мощностью 15-25 м.

Талайрыкское редкометалльное рудопроявление включает четыре участка: Средний Талайрык, Верхний Талайрык, Усть Талайрык, Талайрык редкоземельный. Площадь последнего составляет 28 м² и находится в крайне южной части Сауктаьльского гнейсо-гранитного массива, а вмещающие породы в юго-западной и юго-восточной частях его представлены квар-серицит-хлорит-полевошпатовыми сланцами Карасулейменской свиты (PR₁₋₂ks). Иттрий-редкоземельная минерализация связана с линейными корами выветривания, развитыми по гнейсо-гранитам и сланцам. По составу выделяются дресвяно-щебенистые, слюдисто-песчанистые, слюдисто-глинистые, кварц-каолинитовые разности, подвергнутые в различной степени греизенизации, альбитизации, калишпатизации и окварцеванию. В результате этих процессов кора выветривания окрашивается в зеленовато-серые, светло-серые, желтоватые, землисто-желтовато-серые цвета, с выделением в отдельных местах желтовато-розовых, белых и послойно-пятнистых обособлений.

Исследовательская работа. По результатам глубинной металлометрии значимые концентрации иттрий-редкоземельных элементов фиксируются на глубине 7,4 метров. Среднее содержания оксида иттрия 169 г/т и суммы оксидов редких земель составляет 617 г/т. Мощность выделенных залежей в среднем 19,5 м, а их площадь примерно 2 км². Полосчато-слоистые агрегаты включают минералы разной крупности: кварц, полевой шпат, слюды. Кварц как наиболее устойчивый минерал присутствует во всех зонах кор выветривания, часто выщелоченный, угловатый со следами слюд и с примазками глинистых агрегатов, реже с включениями железистых минералов черного цвета. Полевые шпаты и листовато-угловатые обломки светлых, зеленоватых слюд в основном встречаются в глинисто-слюдистых зонах. Минералы часто пропитаны окислами железа и марганца. Акцессорные минералы и в том числе минералы редких металлов (касситерит, вольфрам и др.) и редких земель (монацит) концентрируются в тяжелых частях фракции.

Гранулометрический и литолого-минерологический анализы проб, отобранных из пробуренных скважин в пределах выделенного контура иттрии-редкоземельного оруденения по корам выветривания участка Талайрык показали следующие результаты: класс $\pm 2,0$ мм – 10 мм и более составляет в среднем 15 %, класс 0,1 мм – 1,0 мм – 29,19 %, $\pm 0,01$ – 0,1 и менее – 60,83 %. Выход каждого класса оценивался в процентах от веса исходной пробы. Каждый класс спектрометрически анализировался на иттрий (таблица 1). По результатам спектрального анализа наиболее высокие концентрации иттрия установлены в классе 0,044 мм.

Таблица 1 – Гранулометрический анализ

Классы крупности, мм	Гранулометрический анализ			
	Вес класса, г	Выход класса, %	Содержание иттрия, %	Распределение иттрия, %
+2	516,5	20,66	0,0108	12,49
-2 +1	247,5	9,90	0,007,2	3,99
-1 +0,5	242,9	9,72	0,0113	6,18
-0,5 +0,2	212,1	8,48	0,0171	8,14
-0,2 +0,1	133,2	5,33	0,0242	7,23
-0,1 -0,074	129,5	5,18	0,0210	6,12
-0,074 -0,044	111,2	4,45	0,0156	3,93
-0,044	907,1	36,28	0,0256	51,92
Исходная проба	2500,0	100	0,0179	100,0

Технологические свойства проб по обогатимости изучены ситовым и гравитационным методом. Материалы разделены по классам крупности, каждый класс был разделен в тяжелой жидкости на тяжелую и легкую фракции. Легкая часть фракции гравитационных проб по каждому классу крупности анализировалась спектральным анализом на иттрий (таблица 2).

Таблица 2 – Гравитационный анализ

Классы крупности, мм	Гравитационный анализ					
	Вес тяжелой фракции, %	Выход тяжелой фракции от класса, %	Вес легкой фракции, г	Выход легкой фракции от класса, г	Содержание иттрия в легкой фракции, %	Распределение иттрия от класса, %
+2	0,11	0,02	516,39	99,98	0,0066	61,10
-2 +1	3,34	0,14	247,16	99,86	0,0059	81,83
-1 +0,5	0,81	0,33	242,09	99,67	0,0061	53,80
-0,5 +0,2	1,18	0,56	210,92	99,44	0,0082	47,68
-0,2 +0,1	0,80	0,60	132,40	99,40	0,0137	56,27
-0,1 -0,074	0,39	0,30	129,11	99,70	0,0141	66,34
-0,074 -0,044	0,14	0,13	111,06	99,87	0,0147	94,11
-0,044	–	–	–	–	–	–
Исходная проба	3,77	0,15	2496,23	99,85	–	–

По данным гравитационного анализа по классам крупности выход легкой фракции от исходной пробы показал в среднем 99,85%, тяжелой 0,15%. Повышенные содержания иттрия в легкой фракции отмечены в классах крупности – 0,2+0,1 по 0,074-0,044 мм, которые свидетельствуют о связи части полезного компонента с минералами легкой фракции. Минеральный состав легкой фракции подтверждался рентгено-фазовым анализом.

Литолого-минерологические исследования каждого класса и каждой фракции (легкая и тяжелая) показали, что повышенные концентрации иттрия и редкоземельных элементов в коренных породах связаны с фосфатами, цирконами и в меньшей степени с оксидами. В корях выветривания

примеси иттрия, самария, европия, гадолиния, эрбия, гольмия, тулия, диспрозия – сотые доли %, оксида лютеция (до 0,12 %) и оксида гольмия до 0,31 % установлены в каолинитах, мусковитах и гидромусковитах. Наиболее обогащенным классам является 0,074 и 0,044 мм.

Содержание редких земель по группам, отношение иттрия к сумме редких земель был определен химико-рентгеноспектральным анализом. Данные рашифровки спектра редкоземельных элементов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Спектр редкоземельных элементов (относительные %)

Элемент	Содержание		
	от	до	среднее
Лантан	10,0	30,7	23,0
Церий	16,2	59,0	30,0
Празеодим	3,0	6,0	4,96
Неодим	8,9	23,1	16,87
Самарий	2,4	4,7	3,85
Европий	0,15	0,75	0,36
Гадолиний	2,4	6,0	3,57
Тербий	0,53	1,2	0,77
Диспрозий	2,8	9,8	5,37
Гольмий	0,42	1,6	0,90
Эрбий	1,3	7,9	4,24
Тулий	0,24	1,2	0,64
Иттербий	0,61	12,5	4,84
Лютеций	0,12	1,8	0,64

Содержание лантаноидов по группам (относительные %) и отношение иттрия к сумме редких земель показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание лантаноидов по группам (%)

Группы	Содержание, %		
	от	до	среднее
Легкие (La-Nd)	55,8	88,1	74,82
Средние (Sm-Ho)	9,03	22,96	14,78
Тяжелые (Er-Lu)	2,27	23,3	10,4
I/TR	0,18	0,45	0,31

Результаты полуколичественных спектральных анализов площадных литогеохимических проб в среднем по коре выветривания Талайрык показывают преобладание суммы цериевого ряда над иттриевым, что является также характерным для месторождений в корах выветривания Северного Казахстана [2, 3]. Распространенность РЗЭ довольно значительна, но распределение их крайне неравномерно по простиранию и по падению. Результаты полуколичественного анализа проб, отобранных по скважинам пробуренным по Талайрыку также показали преобладание цериевого ряда над иттриевым (таблица 5).

Для изучения минерального состава была отобрана технологическая проба, результаты по которой приведены в таблице 6. Было выявлено в разных фракциях более 40 минералов. Основные редкометалльные минералы: касситерит и вольфрамит, ильменит второстепенный. Среди собственно редкоземельных минералов найдены бастнезит, монацит, из радиоактивных – торий и оранжит. Второстепенные редкоземельные - циркон и метамиктный малакон. Остальные относятся к редким и аксессуарным.

Таблица 5 – Содержание редкоземельных элементов по скважинам, г/т

№ пробы	Σ TR	Элементы цериевого ряда (легкие)						Элементы иттриевого ряда (тяжелые)								
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Y	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Среднее содержание редкоземельных элементов по скважинам 104 и 105 (6 проб)																
	7677	82	104	4167	2000	200	15	29	150	150	300	20	434	0,20	2,3	105
<i>Примечание.</i> В целом по скважинам участка Талайрык Σ TR цериевого ряда – 6515; Σ TR иттриевого ряда – 1162.																

В составе легкой фракции технологической пробы определены кварц, калиевый полевой шпат, хлорит, реже слюды – серицит, мусковит. Кварц светло-серый, серый, выщелоченный, угловатый, зернисто-трещиноватый нередко с включениями темно-зеленых, зеленых и бесцветных слюд, реже с включениями черных, бурых железистых агрегатов. Полевые шпаты белые выветрелые, трещиновато-охристые с включениями слюд и окислов желез. Слюды – бесцветные, зеленоватые, листовато-табличатые, хлоритизированные (хлориты).

Таблица 6 – Минеральный состав коры выветривания Талайрык

Основные	Второстепенные	Редкие и аксессуарные
Рудные		
Касситерит Вольфрамит	Ильменит	Магнетит Гематит Титаномагнетит Пирит Марказит
Торит Оранжевый Монацит Минералы P3	Циркон Метамиктный малакон	Арсенопирит Халькопирит Галенит Висмутин Халькозин Рутил
Гипергенные – гидроксиды железа, окислы марганца, малахит, самородные свинец и медь		
Нерудные		
Кварц Полевые шпаты	Турмалин Амфибол Эпидот-цоизит Гранат Пироксен Хлорит Мусковит	Циркон Рутил Флюорит Ганит Сфен
Гипергенные – лейкоксен, анатаз.		

Минералы тяжелых фракций представлены в основном минералами магнитной, электромагнитной и немагнитной фракций (таблица 7).

Таблица 7 – Минералы тяжелой фракции коры выветривания

Минералы магнитной фракции	Минералы электромагнитной фракции	Минералы немагнитной фракции
Магнетит сильно мартитизированный	Рудные – гематит, титаномагнетит, ильменит, пирит, гидроксиды железа, окислы марганца, висмутин, малахит Редкие – циркон, малакон, монацит, торит, оранжевый. Нерудные – амфибол, эпидот-цоизит, гранат, сфен, турмалин, хлорит, пироксен, шпинель.	Пирит – 40%, касситерит – 37% и другие.

В магнитной фракции магнетит в виде октаэдрических кристаллов и их обломков интенсивно мартитизирован, иногда содержит включения кварца и хлорита.

В электромагнитной фракции основные минералы гематит, титаномагнетит и ильменит находятся в сростках с гематитом. Присутствующий пирит частично окислен. В резко подчиненном количестве присутствуют гидроксиды железа, амфибол, эпидот-цоизит, гранат, сфен, турмалин, хлорит, пироксен, окислы марганца, шпинель, висмутин, халькопирит, малахит. Из минералов, содержащих редкоземельные элементы отмечаются циркон, малакон, монацит, торит, оранжит. При изучении технологической пробы были установлены метамиктные зерна циркона.

Главные минералы немагнитной фракции - пирит, касситерит, марказит, циркон. К числу редких относятся собственно редкоземельные элементы - монацит и бастнезит. Среди описанных ниже минералов следует отметить касситерит, ильменит и различно-окрашенные цирконы, в которых РЗЭ присутствуют в виде изоμοфрной примеси [4].

Пирит – в составе немагнитной фракции достигает до 40 % и представлен в виде кубической, пентагондодекаэдрической, а также неправильных безформенных угловатых зерен. Зерна трещиноватые, по которым они частично окисляются, часто отмечаются зерна с тесными сростками и включениями марказита, касситерита и бледно-зеленоватой слюды. Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа додекаэдрического и пентагондодекаэдрического пирита показали (%): Au – 0,001; Bi – 0,02; Y – 0,025.

Касситерит – главный рудный минерал редких металлов, сконцентрирован в немагнитной фракции, может встречаться в электромагнитной фракции. Минерал окрашен в густо-буро-красные, красновато-бурые, светло-красные и неравномерно окрашенные разности в немагнитной фракции, густые окраски (черный, темно-бурый, темно-красный и др.) в электромагнитной фракции (рисунок 1). Внешне зерна трещиноватые, неправильно-угловатые, неправильно-округловатые, иногда в сростании и включениями пирита, марказита, слюд и реже бастнезита. Размеры зерен от тысячных долей миллиметра до 0,5-0,8 мм. Полуколичественным спектральным анализом в касситерите установлены: Y – 10 г/т и Nb - 100 г/т.

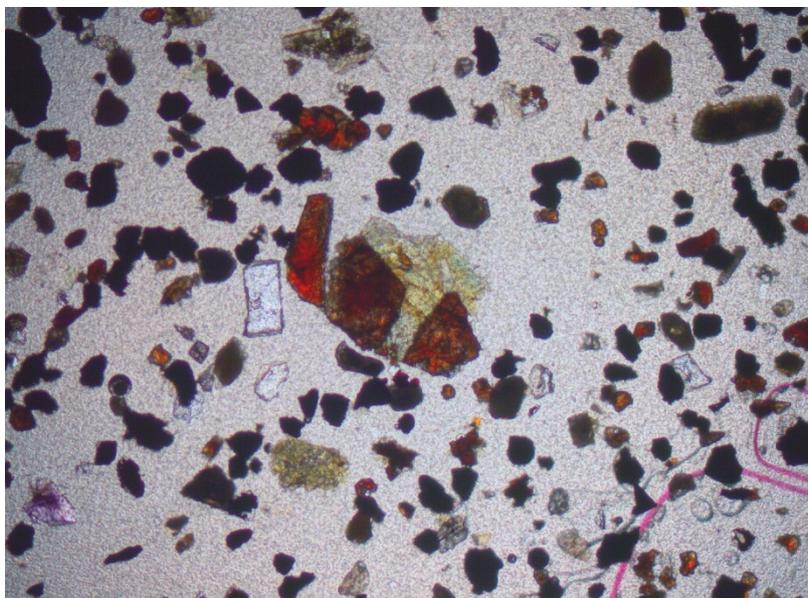


Рисунок 1 – Касситерит в сростании с хлоритом

Ильменит – отнесен к числу второстепенных минералов и накапливается в электромагнитной фракции. По данным микрозондового анализа в нем установлен Y – 2,45-3,01 %.

Вольфрамит – редкий, цвет стально-серый, черный, удлиненно-угловатый, размеры зерен 0,03x0,07 мм.

Марказит – (пирит-марказит) – встречаются в виде округлой, шаровидной конкреции, октаэдрических, реже копьевидных кристаллов в тесном сростании с пиритом.

Из собственно редкоземельных минералов в шлиховых пробах найдены монацит и бастнезит, являющиеся типоморфными для комплексных редкометалльных и редкоземельных объектов [5].

Монацит – (Ce, La...) PO₄ – фосфат редких земель цериевой группы, крайне редкий. Под бинокляром цвет монацита светло-желтый, слегка окатанный, форма зерен удлинено-округлая (< 0,01мм×0,03мм).

Бастнезит – (Ce, Nd,...) [Ca] F – фторокарбонат цериевой группы, редкий. Цвет светло-бурый, желтовато-бурый, мутноватый слабо просвечивает, кристаллы удлинено-табличатый формы. Состав бастнезита приведен в таблице 8. В его составе присутствуют РЗЭ цериевой группы – Ce, Nd и Y, а также радиоактивный Th.

Таблица 8 – Состав бастнезита по данным микрозондового анализа

Спктр обр.4	Элементы в весовых %									
	O	F	Al	Ca	Y ₂ O ₃	Na	Ce	Nd ₂ O ₃	Th	итого
Спектр 1	31,55	14,50	0,73	2,99	6,20	13,42	22,07	7,16	1,38	100,00
<i>Аналитики:</i> В.А. Левин, П.Е. Котельников, микрозонд JСХА-733 JEOL-733.										

Циркон – как один из основных носителей РЗЭ является основным минералом немагнитной фракции. Форма зерен длинно-, средне-, тонко-, игольчато-призматическая, реже коротко-, толсто-, плоско-дипирамидальная. Хорошо образованные кристаллы и их обломки имеют размеры в пределах от 0,5-0,7 мм до <0,01 мм и менее мм. Циркон встречается в сростках с другими минералами и содержит мелкие включения зеленоцветных и безцветных слюд, темноцветных рудных и нерудных минералов. Метамиктные непросвечивающие разности с окраской темно-бурого отнесены к малакону и они очень редки. В немагнитной фракции присутствуют цирконы с различной окраской: серая, буровато-серая; бурая, светло-бурая; прозрачная, безцветная, бледно-розоватая; красно-бурая, красно-желтая (оранжит, торит); светло-желтая, желтая (рисунок 2). Среди перечисленных выделяется черный, дымчато-серый циркон в составе электромагнитной фракции с более высокими содержаниями РЗЭ (рисунок 3). Различно окрашенные цирконы были проанализированы атомно-эмиссионно-спектральным методом на присутствие РЗЭ (таблица 9).



Рисунок 2 – Желтый, светло-желтый циркон

По результатам атомно-эмиссионных спектральных анализов в четырех мономинеральных пробах установлены РЗЭ иттриевой группы (Y, Yb). Элементы в заметных концентрациях содержатся в черно-дымчато-серых и серых буро-серых разностях циркона (циртолит), в небольших количествах отмечены радиоактивные элементы (Th, U).

Таблица 9 – Состав циркона по данным атомно-эмиссионного спектрального анализа

№ п/п	№ проб	Содержание элементов, %																
		Zr	Th	Si	U	Ta	Pb	Sn	Fe	Ti	Be	Au	Ca	Bi	Cu	Na	Y	Yb
1	ТТ-2 черный дымч. циркон	>>1,0	0,005	>1	0,01	0,15	0,01	0,001	0,5	0,75	0,001	<0,0002	<0,007	0,01	0,15	0,025	0,15	0,05
2	ТТ-2 серый, б-серый циркон	>>1,0	0,0035	>1	0,02	0,07	0,0015	<0,0002	0,3	0,5	0,002	<0,0002	<0,007	0,003	0,025	0,025	0,10	0,03
3	ТТ-2 прозрач. циркон	>1,0	0,02	>1	0,015	0,03	0,0015	<0,0002	0,1	0,5	0,01	<0,0002	<0,007	<0,0002	0,015	0,03	0,10	0,02
4	ТТ-2 бурый св. бурый циркон	>1,0	0,015	>1	0,02	0,3,5	<0,0003	<0,0002	0,15	0,35	0,0005	<0,0002	<0,007	<0,0002	0,007	0,03	0,10	0,02
5	ТТ-2 желтый циркон	0,7	<0,003	>1	0,015	0,05	0,002	<0,0002	0,05	0,03	<0,0001	<0,0002	<0,007	<0,0002	0,01	0,005	0,002	0,00035

Аналитик Кенишбаева А.Г.



Рисунок 3 – Черный, темно-дымчатый циркон

Заключение. Линейная кора выветривания на Талайрыкском рудопоявлении представлена комплексной редкометалльной и редкоземельной минерализацией, повышенные концентрации которых приурочены к постмагматическим изменениям пород (альбитизация, грейзенизация, флюоритизация), имеющими тесную связь с кислыми гранитоидами протерозойского возраста.

Аналитическими исследованиями установлено преобладание суммы цериевого ряда над иттриевым как по простиранию, так и по падению обозначенной залежи. Основные минералы, концентрирующие иттрий и редкие земли в корах выветривания являются каолинит и слюды (зеленый мусковит, хлориты). Найденные собственно редкоземельные минералы (бастнезит, монацит) относятся к числу редких. Выявлена обогащенность редкими землями тонкозернистых руд. Установлено нахождение редких земель в виде изоморфной примеси в различно окрашенных цирконах, а также в касситерите и ильмените. При изучении технологической пробы были установлены метамиктные зерна циркона. Среди окрашенных цирконов привлекают внимание черномышечно-серые и серые, буро-серые разновидности циркона (циртолит), в которых обнаружены наиболее высокие концентрации РЗЭ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Демьяненко А.Л. и др. «Отчет о результатах поисково-оценочных работ в пределах участка Талайрыкский, Аркалыкская партия 1991-1994 гг.». – Кн. I. – текст и текстовые приложения. – Костанай, 1994. – 140 с.
 [2] Минеев Д.А. Лантаноиды в рудах редкоземельных и комплексных месторождений. – М.: Наука, 1974. – 286 с.
 [3] Исаева Л.Д., Дюсембаева К.Ш., Кембаев М.К., Юсупова У., Асубаева С.К. Формы нахождения редкоземельных элементов в коре выветривания месторождения Кундыбай (Северный Казахстан) // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2015. – № 2 (410). – С. 23-30.
 [4] Михайлов В.А. Редкоземельные руды мира. Геология, ресурсы, экономика. – Изд-во Киевский университет, 2010. – 223 с.
 [5] Семенов Е.И. Минералогия редких земель. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1963. – 411 с.

REFERENCES

- [1] Demyanenko A.L. and etc. «A report on the results of the survey and assessment work within the site Talayryk, Arkalyk Party 1991-1994». Book I. – text and text applications. Kostanai, 1994. 140 p.
 [2] Mineev D.A. Lanthanides in the ores of rare-earth and complex fields. M.: Science, 1974. 286 p.
 [3] Isayeva L.D., Dyussebayeva K.Sh., Kembayev M.K., Yusupova U., Assubayeva S.K. Forms of occurrence of rare earth elements in the weathering crust of the Kundybay deposit (North Kazakhstan). Proceedings of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Series of Geology and Technical Sciences. 2015. Vol. 2 (410). P. 23-30.
 [4] Mikhaylov V.A. Rare-earth ores of the world. Geology, resources, economy. Publishing house Kiev university, 2010. 223 p.
 [5] Semenov E.I. The mineralogy of rare earths. M.: Publisher Academy of Sciences of the USSR, 1963. 411 p.

ТАЛАЙРЫҚ КЕНБІЛІМІНІҢ СИРЕК ЖЕРЛІК ЭЛЕМЕНТТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ МОРУ ҚЫРТЫСЫНДАҒЫ КІРМЕ ТҮРЛЕРІ (СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН)

Л. Д. Исаева¹, К. Ш. Дюсембаева¹, М. К. Кембаев², У. Юсупова²

¹Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,

²Қ. И. Сәтбаев атындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: мору қыртысы, сирекжерлі элементтер, кірме түрлері.

Аннотация. Қазақстан үшін мору қыртысындағы сирек жерлік кенорындар жоғары мәнге ие бола бастауы, оларды өндірудің қолайлылығымен байланысты. Бірақ олардың зерттеліну деңгейі айтарлықтай жоғары емес. Осыған байланысты итрий-сирекжерлі минералдануымен Талайрық калайы сирек металды кенбілімі басқа да атақты мору қыртысындағы сирек жер кенорындары (Қондыбай, Ақбұлақ – Қостанай облысы) сияқты күмәнсіз қызығушылық білдіреді. Зерттелінетін объект Ұлытау мегантклинийінің солтүстік бөлігіне және Сауықтал массивінің оңтүстік шетіндегі протерозой метаморфты кешені мен палеозойдың гнейсті-граниттері және гранодиориттерінен құралған Арғанаты көтеріліміне тиісті. Талайрық сирек жер кенбілімі грейзендену, альбититтену, флюориттену процестеріне ұшыраған сирек металды гнейсті-гранитті массивімен байланысты. Мору өнімдері тасымалданбаған құрылымды слюдалы-керішті, сирек слюдалы-сазды жаралымдар болып табылады. Мору қыртысындағы итрийдің және сирек жерлердің өнеркәсіптік мөлшерлері және 2 км² жуық ауданды құрайтын алдын-ала кен шоғырының контуры анықталынған. Мору қыртысындағы итрий және сирек жерлердің негізгі минералдық тасымалдаушылары каолинит, гидромусковит және бағынышты мәнге ие плагиоклаз болып табылады. Мақала авторларымен итрий және сирек жерлердің басты кенқұраушы минералдарында (касситерит, ильменит, жасыл мусковит, әр үрлі түске боялған циркон) қоспа-элемент түрінде табылуы анықталынған. Жеке сирек жерлі минералдар (монацит, бастнезит) сиректілер қатарына жатқызылады.

Поступила 07.12.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 18.12.2015.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

9,8 п.л. Тираж 300. Заказ 6.