

(Институт Геологических наук им. К.И.Сатпаева, г.Алматы)

## **КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ И РЕДКОМЕТАЛЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВЕРХНЕ-ИРГИЗСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

### **Аннотация**

Приводится общая характеристика вещественного состава редкометалльной коры выветривания, минералов группы тантало-ниобатов, берилла; рассматриваются редкие щелочи. Определены перспективы редкометалльных руд в коре выветривания месторождения.

**Ключевые слова:** месторождение, кора выветривания, тантало-ниобаты, колумбит-танталит, берилл, редкие щелочи, перспективы.

**Кілт сөздер:** кенорны, желге мүжілу, тантал-ниобаттар, колумбит-танталит, берилл, сирек сілтілер, келешектері.

**Keywords:** deposit, crust decayed rock, tantal-niobium, columbit-tantalit, beryl, perspective.

Верхне-Иргизское редкометалльное месторождение расположено в Западном Казахстане. Месторождение разведывали и изучали Дидоренко Г.А., Костик И. Е.(1962г), Бурмин Ю.А. (1963г), Федоров В. И. и др.(1966г,1967г, 1970г,1976г), Михайлов А. Г. и др. (1967г, 1968г), Аникеева В.И. (1968г), Селифонов Е.М. и др.(2003г), Костик И.Е., Милецкий Б.Е. (1981), Степаненко Н.И., Панкратова Н.Л. (2005), Плехова К.Р. (2006).Результаты обобщения этих работ по геологическому строению и минералого-петрографическому составу вмещающих пород, рудных щелочных полевошпатовых метасоматитов и редкометалльных кор выветривания позволяют в полной мере охарактеризовать месторождение Верхний Иргиз. Рудная зона месторождения локализована среди докембрийских метаморфических пород, подвергнутых в субмеридиональной тектонически ослабленной зоне разлома интенсивным процессам щелочного метасоматизма – калишпатизации, альбитизации и грейзенизации с проявлением редкометалльной специализации (Ta, Nb, Be, Li и др.). Рудное поле включает шесть участков в полосе длиной свыше 13 км и шириной до 300м (с юга на север): Приречный, Надежный, Промежуточный, Львовский, Богетсайский и Ярославский (рис.1).

Продуктивными образованиями на редкометалльное оруденение являются коренные полевошпатовые щелочные метасоматиты и рудные линзы коры выветривания. Рудные

тела представляют собой крутопадающие жилы различной мощности (от 0,5 до 10 м и более).

На рис. 2 показано размещение рудоносных кор выветривания на участке Промежуточный. Рудные тела в коре выветривания наследуют все особенности первичных руд: структура, морфология, мощности тел, минеральный состав и т.д.

Ступенчатое колебание мощностей коры выветривания в меридиональном направлении подчеркивает наличие неотектонической активизации по зонам поперечных и диагональных разломов, разделяющих участки рудного поля.

Коры выветривания по своему происхождению относятся к типу остаточных, а по морфологии – к линейной. В их строении отмечаются преимущественно четыре зоны, распространение которых крайне неравномерно. Снизу вверх выделяются зоны: 1) зона дезинтеграции пород, мощностью первые метры; 2) выше по разрезу гидрослюдистая зона, мощность которой непостоянна и составляет первые метры; 3) каолинит-гидрослюдистая зона мощностью десятки метров; 4) верхняя каолинитовая маломощная зона, которая часто отсутствует.

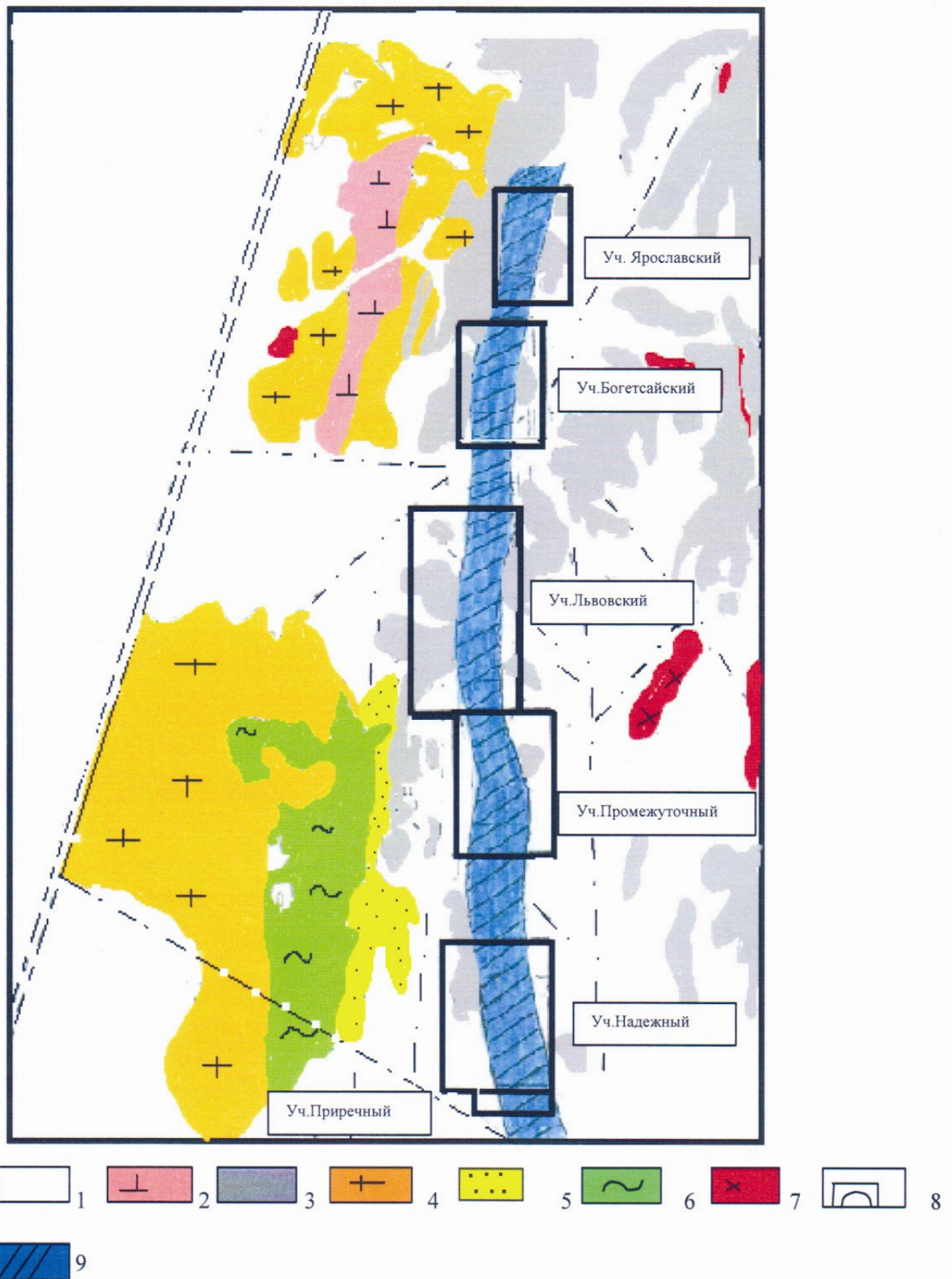


Рисунок 1 – Схематическая карта Верхне-Иргизского рудного поля по Г.А.Костик, И.Е.Костик и В.И. Федорову с дополнениями авторов

1-четвертичные, верхнеплиоцен-четвертичные глины и суглинки; 2-сланцы, глинистые углистые филлиты, известняки и кислые эффузивы нижнекембрийские; 3-коры выветривания; 4-сланцево-гнейсовая пачка; 5-кварциты; 6-пироксен-амфиболовые и

амфиболовые кварц-полевшпатовые гнейсы; 7- граниты; 8-контуры участков; 9-места отбора шлифов; 10-область развития щелочного метасоматоза.

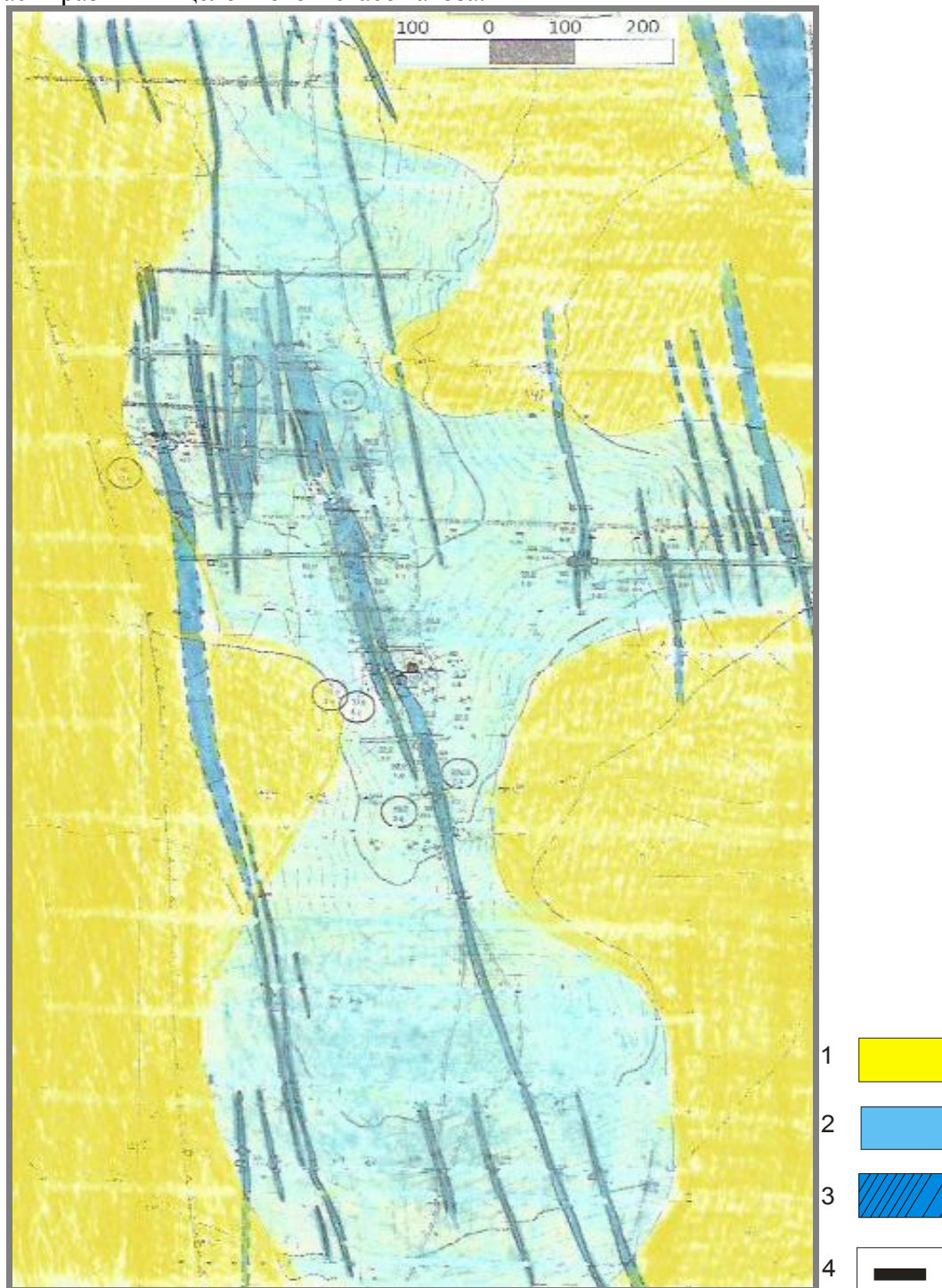


Рисунок 2 – Схема размещения рудных тел кор выветривания на участке Промежуточный  
1-почвенно-растительный слой; 2-кора выветривания; 3-рудные тела; 4-канавы.

Кора выветривания на Верхне-Иргизском месторождении имеет широкое распространение и развита преимущественно в средней и северной его частях. В южной



части поля (участки Приречный и Надежный) кора выветривания отсутствует и представлена дресвяно-щебнистой зоной небольшой мощности- первые метры. По мере удаления в северном направлении от долины р. Иргиз, мощность её и степень переработки исходных пород увеличивается (рис.3).

На Промежуточном участке кора выветривания достигает мощности 30-45м, а на примыкающем к нему с севера Львовском участке она уменьшается в связи с размывом верхней каолинитовой зоны. Наиболее полный разрез коры выветривания по работам прошлых лет установлен на Богетсайском и Ярославском участках, где мощность ее достигает 45-50 и даже 60 м (рис.3).

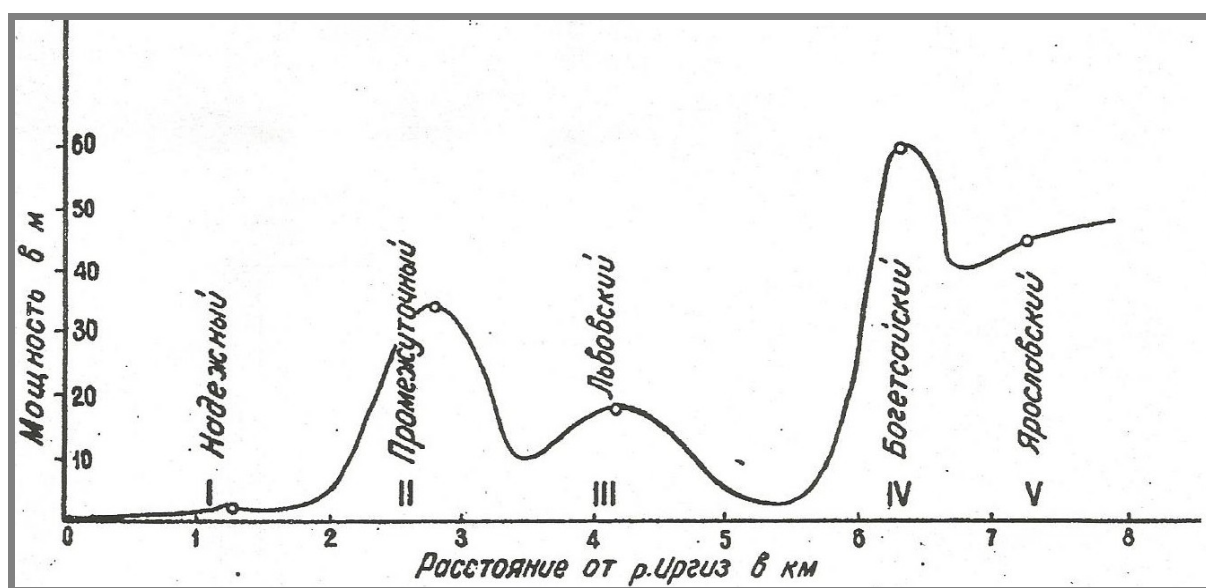


Рисунок 3 – Колебание мощностей коры выветривания

На Промежуточном участке вскрывается кора выветривания преимущественно дресвяно-щебенистой зоны с участками, сложенными каолинитовой, каолинит - гидрослюдистой и гидрослюдистой корой выветривания. Эти участки представляют собой карманообразные вертикальные заливы. Подобные заливы формируются либо по прослоям пород кислого (каолиновые глины) или среднего состава, либо по интенсивно нарушенным породам (тектоническим швам). Окраска её определяется составом первичных пород. Так, по кристаллическим сланцам она имеет преимущественно пепельно-серый цвет с участками желто-светло-серого (засчет гидроокислов железа). Кору выветривания по амфибол-биотитовым породам имеют зеленовато-серую, желтовато-серую окраску. На отдельных интервалах появляются сиреневато-желто-розовые и белые цвета т.е. пятнистоокрашенные. Часто наблюдается местное омарганцевание пород.

Текстурные особенности зон характеризуются, главным образом, в крупности слагающих их минералов: кварца, альбита, калишпата, мусковита, биотита. Кварц, как

наиболее устойчивый минерал, присутствует в виде обломков во всех зонах, часто выщелочен со следами гнезд турмалина и слюд. В глинисто-слюдистых зонах часто сохраняются ноздреватые реликты калишпата и агрегаты мусковита. Обломки минералов часто ожелезнены. Акцессорные минералы, в том числе тантало-ниобаты дезинтегрируются и концентрируются в тяжелой фракции шлихов.

Результаты ранее проведенного гранулометрического анализа проб кор выветривания из различных участков показали, что содержание крупнозернистого материала ( $\pm 1,25$ мм) составляет от 24 до 33%, мелкозернистого (1,25мм) – от 67 до 76%, в том числе  $-0,044$ мм – от 20 до 40%. Минеральный состав их редкометалльных и коренных метасоматитов идентичен, отличаясь лишь появлением гипергенных минералов в корах (таб. 1).

Основными промышленными минералами рудных кор выветривания являются минералы группы тантало-ниобатов и берилла. По морфологии среди тантало-ниобатов выделяются призматические, длиннопризматические, столбчатые, игольчатые, изометричные, уплощенные зерна и их обломки. Внешне минералы черные, со штриховкой на гранях, в тонких сколах под микроскопом имеют красно-коричневую окраску. Размеры зерен и их обломков варьируют от тысячных долей мм в поперечнике до 0,65-0,80 мм.

Таблица 1 – Минеральный состав первичных руд и кор выветривания Верхне-Иргизского месторождения

Минерал	Первичные руды		Коры выветривания	
	Рудные и редкометалльные минералы	Нерудные минералы	Рудные и редкометалльные минералы	Нерудные минералы
Основные	Танталит-колумбит	Калиевые пол.шпаты, кварц, альбит	Колумбит-танталит	Кварц, калиевые полевые шпаты, альбит, мусковит
Второстепенные	Ильменорутил, тантал-пирохлор, берилл	Турмалин, гранат, амфибол, эпидот, мусковит, ставролит, силлиманит, кианит, хлорит	Ильменорутил, тантал-пирохлор, берилл	Турмалин, гранат, силлиманит, кианит, эпидот, ганит, биотит, амфибол.
Редкие и аксессуарные	Ильменит, магнетит, гематит, пирит, халькопирит, сфалерит, молибденит, пирротин, рутил, касситерит, циркон, малакон, монацит	Сфен, апатит, фенакит, топаз, флюорит, ортит, ганит	Ильменит, магнетит, гематит, пирротин, пирит, молибденит, марказит, рутил, анатаз, брукит, касситерит, циртолит, циркон, малакон, монацит	
Гипергенные			Гидрогетит, пиролюзит, лейкоксен	Каолинит, галлуазит, гидрослюда, бассанит, кальцит, барит, целестин, сидерит.
*По данным Федорова В.И.				

Результаты химических анализов свидетельствуют, что состав минералов тантало-ниобатов непостоянен в пределах одной пробы и даже зерна (табл.2), содержание пятиокси ниобия в других пробах колеблется от 49% до 71%, тантала от 7% до 22%, что по химической классификации минералов отвечает колумбиту, танталит-колумбиту, колумбит-танталиту и танталиту.

Таблица 2 – Химический состав минерала из группы тантало-ниобатов по данным микронзондового анализа (участок Надежный)

Спектр обр	Весовые части в %							
	O	Si	Ti	Mn	Fe	Nb	Ta	Итого
Спектр обр 1	23,14	1,97	0,71	2,13	11,59	37,04	23,41	100.00
Спектр обр 2	22,38	2,25	0,03	4,15	9,69	33,83	27,67	100.00
Спектр обр 3	23,08	1,94	0,15	3,68	9,79	33,58	27,79	100.00
Спектр обр 4	22,20	2,55	0,58	2,29	11,04	31,15	30,19	100.00
Спектр обр 5	19,58	3,06	0,20	2,29	9,60	18,87	46,39	100.00
Спектр обр 6	20,32	3,48	0,25	1,82	9,53	14,93	49,99	100.00
Среднее	21,78	2,54	0,32	2,73	10,21	28,23	34,18	100.00
Станд. откл.	1,49	0,62	0,27	0,95	0,88	9,06	10,99	
Макс.	23,14	3,48	0,71	4,15	11,59	31,04	49,66	
Мин.	19,58	1,94	0,03	1,82	9,53	14,93	23,41	

На рисунке 4 представлены результаты полуколичественных и количественных определений пятиокси тантала, пятиокси ниобия, окиси бериллия, редких щелочей и других сопутствующих элементов, содержание которых варьируется в широких пределах.



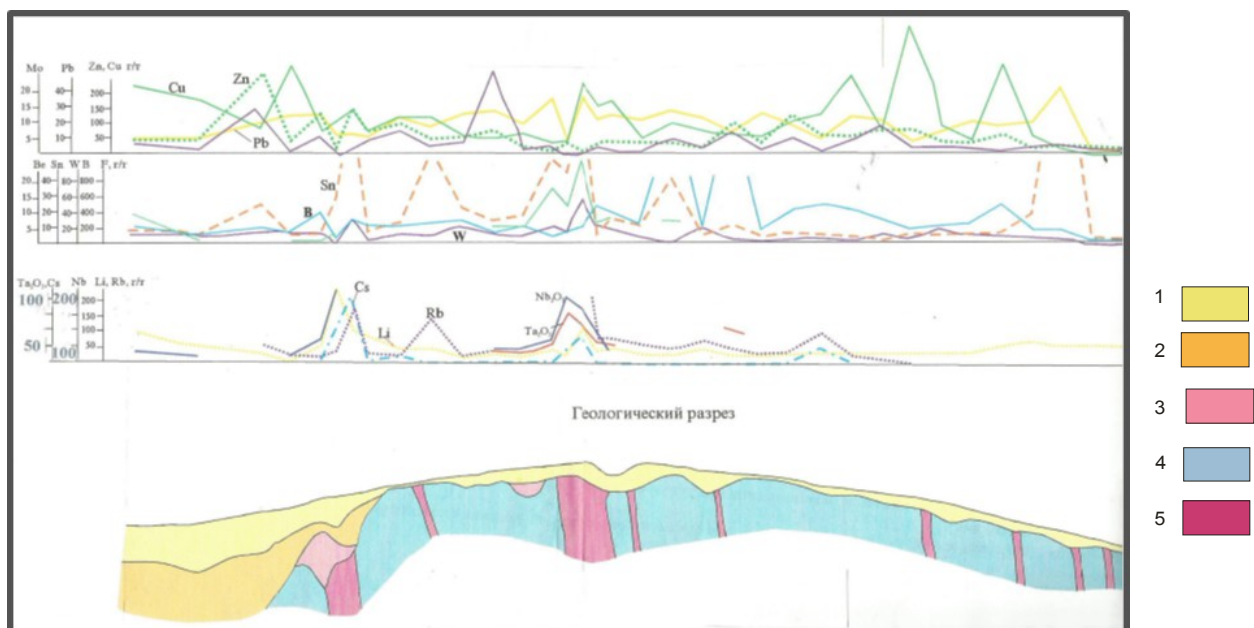


Рисунок 4. Геолого-химический профиль через участок Промежуточный.

По данным В.Н.Федорова 1976г с дополнениями авторов.

- 1-почвенно-растительный слой, покровные суглинки;2.-плиоцен-четвертичные глины;3.- продукты коры выветривания;4.-коры выветривания слюдистых гнейсов, сланцев;5.- рудные тела в коре выветривания

Содержание пятиокси тантала в корях выветривания на участках изменяется от 50г до 2 кг на тонну и в среднем составляет 100-150 г/т, пятиокси ниобия на порядок выше.

Бериллий в коре выветривания находится в виде собственного минерала – берилла, который представлен от мелкокристаллических до крупнокристаллических форм. Обобщенный характер содержания бериллия в зонах коры выветривания представлен в табл. 3.

Таблица 3 Содержание бериллия и редких щелочей в корях выветривания Верхне-Иргизского месторождения

Зоны коры выветривания	Содержание в %		
	BeO	Li <sub>2</sub> O	Rb <sub>2</sub> O
Каолиновая	0,0312	0,0130	0,0138
Гидросланюдистая	0,0234	0,0220	0,0260
Дезинтеграции	0,0258	0,0270	0,0510

Содержание бериллия в зонах коры выветривания колеблется от 234 до 312г/т, наиболее высокие содержания BeO в локальных участках составляют 510-700 г/т. Берилл

является довольно устойчивым минералом и не подвергается разложению в коре выветривания.

Кроме главных рудных элементов тантала, ниобия и бериллия, отмечаются повышенные содержания сопутствующих редких щелочей – лития и рубидия.

В таблице 3 приводятся данные по содержанию лития и рубидия в зонах коры выветривания, которые не образуют самостоятельных минералов. Носителем лития являются слюды – мусковит и биотит, которые гидратируются и сохраняются в зонах дезинтеграции. Рубидий в виде изоморфной примеси входит в состав калишпата. По мере разложения слюд и полевых шпатов от нижних зон к верхним зонам коры выветривания уменьшается содержание редких щелочей.

В Казахском институте минерального сырья (Кравченко П.А. и др.) были проведены исследования по изучению технологических свойств руд кор выветривания на двух пробах, отобранных из жил 1 и 2 участка Надежный, весом 800кг и 900кг. По данным химического и спектрального анализов содержание в пробе №1  $Ta_2O_5$  – 0,015%,  $Nb_2O_5$  – 0,025%,  $BeO$  – 0,07%, в пробе №2  $Ta_2O_5$  – 0,010%,  $Nb_2O_5$  – 0,017%,  $BeO$  – 0,05%. В результате по гравитационно-магнитной схеме был получен танталит-колумбитовый и бериллиевый концентраты, содержащие соответственно 30,93% пятиоксида тантала при извлечении 62,8% от исходного и 43,0% пятиоксида ниобия (при их соотношении – 1:1,4) и 10,28% бериллия, при извлечении его от исходного 65,97%.

Таким образом, редкометалльные коры выветривания месторождения Верхний Ирғиз представляют собой легкообогатимые «пески», которые обогащаются по общепринятой стандартной схеме.

Анализ материалов по вещественному составу коры выветривания, площади ее распространения, технологическим свойствам редкометалльных руд позволяют считать коры выветривания Верхнеирғизского месторождения перспективным типом, так как могут обрабатываться открытым способом с переработкой руд на месте на передвижных модульных установках без дробления руд.

Прогнозные ресурсы для 13-ти километровых зон нами оценены по категории  $P_1$  и составляют 12000т при среднем содержании 70 г/т пятиоксида тантала и 36000т при содержании 300г/т пятиоксида ниобия. Основные перспективы на тантало-ниобатовые руды связаны с коренными щелочными полевошпатовыми метасоматитами, где распределение тантала и ниобия соответствует их коре выветривания. С учетом крупных масштабов редкометалльных месторождений, связанных с щелочными метасоматитами в Сибири (Катугинское) и Полярном Урале (Тайкеуское, Усть-Мраморное и др.) перспективы Верхнеирғизского месторождения могут быть расширены за счет флангов и глубоких рудных горизонтов и продолжения рудной зоны к северу от последнего Ярославского участка.

*Работа выполнена в рамках грантового финансирования «Научно-технологическое обоснование развития редкометалльной отрасли в Казахстане на 2011-2014 годы»*

## ЛИТЕРАТУРА

1 Михайлов А.Г., Садовский Ю.А. О поведении тантала и ниобия в корях выветривания гранитов и пегматитов Верхнего Прииргизья.// В сб. Материалы к сессии посвященной 15-ти летнему юбилею Всесоюзного Минералогического общества. - Алма-Ата, 1969. С.68-70.

2 Федоров В.И. Структурно-формационные условия образования, строения, состав и процессы экзогенного изменения редкометалльных пегматитов Мугоджар.// дис. к. г-м. н.: - Москва, 1976. 200с.

3 Милецкий Б.Е. Верхнее-Иргизское пегматитовое поле. Металлогения Казахстана. Рудные формации, месторождения руд редких металлов. Алма-Ата: Наука, 1982. С.78-79.

4 Справочник //Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Алматы. 1998. С. 16-18.

5 Степаненко Н. И., Панкратова Н. Л. Щелочные метасоматиты – новый геолого-промышленный тип тантало-ниобиевого оруденения в Казахстане. //Известия. Серия геологическая. 2005. №1. С. 49-56.

6 Плехова К.Р., Левин В.Л. и др. Минералого-технологические свойства руды и особенности тантало-ниобатов кор выветривания Верхне-Иргизского месторождения. //Известия. Серия геологическая. 2006. №2. С. 22-30.

## REFERENCES

1 Mihajlov A.G., Sadovskij Ju.A. O povedenii tantala i niobija v korah vyvetrivanija granitov i pegmatitov Verhnego Priirgiz'ja. *V sb. Materialy k sessii posvjashhennoj 15-ti letnemu jubileju Vsesojuznogo Mineralogicheskogo obshhestva.* - Alma-Ata, **1969.**-S68-70.(in Russ.)

2 Fedorov V.I. Strukturno-formacionnye uslovija obrazovanija, stroenija, sostav i processy jekzogenogo izmenenija redkometall'nyh pegmatitov Mugodzhar: *dis. k. g-m. n.:* - Moskva,**1976.**- 200s. (in Russ.)

3 Mileckij B.E. Verhnee-Irgizskoe pegmatitovoe pole. Metallogenija Kazahstana. Rudnye formacii, mestorozhdenija rud redkih metallov. - Alma-Ata: *Nauka*, **1982.**- S78-79. (in Russ.)

4 Spravochnik Mestorozhdenija redkih metallov i redkih zemel' Kazahstana. Almaty. **1998.**-S. 16-18. (in Russ.)

5 Stepanenko N. I., Pankratova N. L. Shhelochnye metasomatity – novyj geologo-promyshlennyj tip tantalo-niobievogo orudenenija v Kazahstane. // *Izvestija. Serija geologicheskaja.*-**2005.**- №1.-S. 49-56. (in Russ.)

6 Plehova K.R., Levin V.L. i dr. Mineralogo-tehnologicheskie svojstva rudy i osobennosti tantalo-niobatov kor vyvetrivanija Verhne-Irgizskogo mestorozhdenija. // *Izvestija. Serija geologicheskaja.*-**2006.**- №2.-S. 22-30. (in Russ.)

*Н.И. Степаненко, Н.Л. Панкратова*

(Қ.И.Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институты, Алматы қ.)

# ЖОҒАРҒЫ ЫРҒЫЗ КЕНОРНЫ ҚАБАТЫНЫҢ ЖЕЛГЕ МҮЖІЛУІ ЖӘНЕ СИРЕКМЕТАЛДЫ МИНЕРАЛДАНУЫ

## Резюме

Танталды-ниобаттар, берилл және сирек сілтілі минералдар топтарының сирек металдар қабаттарының желге мүжілуінің заттық құрамының жалпы сипаттамасы келтірілген. Сирек металдар кендерінің кенорны қабатындағы желге мүжілуінің келешегі анықталған.

**Кілт сөздер:** кенорны, желге мүжілу, тантал-ниобаттар, колумбит-танталит, берилл, сирек сілтілер, келешектері.

*N.I. Stepanenko, N.L. Pankratova*

(Institute of Geological Sciences named by Satpayev K.I., Almaty city)

## WEATHERING CRUST AND RARE METAL MINERALIZATION OF UPPER- IRGIZSKY FIELD

### Summary

Common overview of substance compound of rare-metal bark eroding, minerals of tantalum-niobate group, beryl are exemplified; rare caustics are under consideration. Prospects of rare metal ores in weathering crust deposits were determined.

**Keywords:** deposit, crust decayed rock, tantal-niobium, columbit-tantalit, beryl, perspective.

*Поступила 1.04.2013 г.*