

ОСОБЕННОСТИ БЕТА- И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ В РУДОСОДЕРЖАЩИХ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОДАХ НА ПРИМЕРЕ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛБЫН

Н.И. Синякова, *мл. науч. сотр.*

Н.М. Сафина, *инженер*

И.В. Кузнецова, *канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.*

Н.В. Моисеенко, *канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр.*

Институт геологии и природопользования ДВО РАН

(Россия, г. Благовещенск)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-10-1-122-125

Аннотация. Впервые получены данные по активности бета-излучающих изотопов ^{40}K , ^{137}Cs и ^{90}Sr и гамма-излучающих изотопов ^{40}K , ^{137}Cs , ^{222}Rn , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th и ^{228}Th в образцах рудосодержащих и вмещающих пород золоторудного месторождения Албын Амурской области. Показано, что средние показатели удельной активности бета- и гамма-излучающих изотопов во вмещающей породе выше, чем в рудной.

Ключевые слова: радиоактивные изотопы, благородные металлы, вмещающие породы, золоторудные месторождения.

Идея о том, что отклонение содержания К или Th в породах от их скоррелированных кларковых концентраций является индикатором накопления в них рудных элементов, ранее высказывалась А.М. Портновым [1]. Эта работа послужила основанием для предположения, что содержание благородных металлов в породах может иметь связь с содержанием в них радиоактивных элементов.

Для исследований было выбрано золоторудное месторождение Албын расположенное в верховьях одноименного ручья, к юго-востоку от посёлка Златоустовск и принадлежащее Харгинскому рудно-россыпному узлу Джагды-Селемджинской металлогенической зоны.

Месторождение локализовано во вмещающих комплексах афанасьевской (PZ?) и златоустовской свит (C₂). Афанасьевская свита представлена мусковит-кварц-альбитовыми, мусковит-альбит-кварцевыми, альбит-хлорит-эпидот-амфиболовыми сланцами. Златоустовская свита сложена кварц-серицитовыми, часто углеродсодержащими сланцами, эпидот-актинолит-альбитовыми, кварц-эпидот-хлоритовыми, хлорит-актинолит-кварц-альбитовыми, мусковит-кварц-альбитовыми сланцами, метапесчаниками, филлитизированными

глинистыми сланцами, metabазальтами, мраморизованными известняками.

Рудные метасоматиты развиты по слюдяным сланцам афанасьевской свиты и телам metabазитов златоустовского комплекса слюдяно-кварц-альбитового и хлорит-кварц-серицитового состава. Золотая минерализация чаще всего связана с сульфидизацией и прожилковым окварцеванием в слюдяно-кварц-альбитовых метасоматитах [2]. Реже оруденение локализовано в зонах милонитизации и катаклаза и совсем незначительно в хлорит-кварц-слюдяных метасоматитах. Руды месторождения относятся к убогосульфидным и малосульфидным [3]. Основные сульфиды (2-3%) – арсенопирит, реже пирит, редко халькопирит, галенит, сфалерит, шеелит, антимонит.

Ранее для вмещающих комплексов Албынского золоторудного месторождения уже были получены коэффициенты корреляции содержания урана и тория с золотом и серебром [4].

Для исследования были попарно отобраны образцы вмещающих и рудных разностей в точках №1 (52°58'04,3"; 133°39'18,1") и №2 (52°55'42,9"; 133°33'55,5") в Восточной части Центрального карьера Албынского месторождения. Из рудной зоны точки №1 была

отобрана проба хлорит-актинолит-кварц-альбитовых сланцев: АЦ-ИН-29 (с более высоким содержанием благородного металла – 95 мг/т и по этому показателю причислена к руде) и проба АЦ-ИН-30, которая была отнесена к вмещающим породам (содержание Au-44 мг/т). В точке №2 были отобраны: рудная проба АВ-И16-15 (окварцованные слюдисто-кварц-альбитовые метасоматиты) с содержанием Au 670 мг/т и проба вмещающих пород – АВ-И16-14 (Au 73 мг/т).

Пробоподготовка образцов включала в себя шадящее дробление до фракции (-1) с отбором средней пробы весом 500 г для замера на сцинтилляционном спектрометре.

Для проб, отобранных в этих точках, оценка уровня активности бета- и гамма-активных изотопов в рудных и рудосодержащих породах проводилась отдельно друг от друга. Измерения активности бета-излучающих изотопов ^{137}Cs , ^{40}K и ^{90}Sr в

образцах проводилось при помощи сцинтилляционного бета-спектрометра «Прогресс-бета» в режимах спектрометрического измерения активности $^{90}\text{Sr}(\text{Y})$ и ^{137}Cs с прямым переносом вещества пробы в измерительную кювету. Масса счетного образца – 10 г. Экспозиция измерения составляла 1800 с. Фиксация результатов измерения проводилась при помощи программного обеспечения «ПРОГРЕСС-5».

Активность гамма-излучающих изотопов замерялась на сцинтилляционном гамма-спектрометре «Прогресс-гамма». Масса счетного образца – 500 г, геометрия измерения – половина чаши Маринелли, экспозиция замера – 1800 с.

Измерения показали, что в среднем активность бета- и гамма-излучающих изотопов для образцов АЦ-ИН-29 и АЦ-ИН-30, отобранных в точке №1, во вмещающих породах выше, чем в рудных (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Сравнение активности бета-излучающих изотопов в рудосодержащей пробе АЦ-ИН-29 и вмещающей пробе АЦ-ИН-30

Номер пробы	Номер замера	Активность в пробе, Бк/кг		
		^{40}K	^{137}Cs	$^{90}\text{Sr}(\text{Y})$
АЦ-ИН-29 (рудная)	1	424	769	31,3
	2	413	1198	46
	3	345	1031	47
	Средние значения	394,0	999,3	41,4
АЦ-ИН-30 (вмещающая)	1	784	2390	93
	2	1123	2414	16
	3	540	2331	144
	Средние значения	815,7	2378,3	84,3

Таблица 2. Сравнение активности гамма-излучающих изотопов в рудосодержащей пробе АЦ-ИН-29 и вмещающей пробе АЦ-ИН-30

Номер пробы	Номер замера	Активность в пробе, Бк/кг							
		^{40}K	^{137}Cs	^{222}Rn	^{224}Ra	^{226}Ra	^{228}Ra	^{232}Th	^{228}Th
АЦ-ИН-29 (рудная)	1	412	0,104	73,7	0,5	36,1	29,8	30,8	42,1
	2	477	1,260	78,3	4,5	30,4	37,2	34,5	33,7
	3	454	0,207	69,9	6,3	32,8	25,5	31,7	31,8
	Среднее	447,7	0,5	74,0	3,8	33,1	30,8	32,3	35,9
АЦ-ИН-30 (вмещающая)	1	1056	5,90	91,2	8,7	25,9	23,7	37,2	29,1
	2	1034	0,99	99,5	8,0	29,9	34,3	31,4	25,3
	3	1043	2,34	95,1	н/о	33,1	35,4	35,4	28,5
	Среднее	1044,3	3,1	95,3	5,6	29,6	31,1	34,7	27,6

н/о – значение ниже чувствительности прибора

Особенно это заметно при сравнении активности изотопов ^{40}K , ^{137}Cs и $^{90}\text{Sr}(\text{Y})$. В пробе с более низким содержанием золота АЦ-ИН-30 их активность была в 2 и более

раз выше, чем в пробе с более высоким содержанием благородного металла (АЦ-ИН-29).

Для образцов АВ-И16-14 и АВ-И16-15,

отобранных в точке №2, были получены данные, представленные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Сравнение активности бета-излучающих изотопов в рудосодержащей пробе АВ-И16-15 и вмещающей пробе АВ-И16-14

Номер пробы	Номер замера	Активность в пробе, Бк/кг		
		⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr (Y)
АВ-И16-14 (вмещающая)	1	684,0	1962,0	73,0
	2	652,0	1776,0	138,0
	3	551,0	2059,0	151,0
	4	708,0	2106,0	86,0
	5	612,0	1945,0	118,0
	6	745,0	1925,0	65,0
	7	614,0	1974,0	110,0
	8	637,0	2048,0	39,0
	9	849,0	2105,0	15,0
	10	847,0	2093,0	68,0
	Средние значения	689,9	1999,3	86,3
АВ-И16-15 (рудная)	1	22,0	260,0	8,0
	2	н/о	192,0	11,0
	3	н/о	194,0	48,0
	4	290,0	128,0	н/о
	5	н/о	203,0	74,0
	6	74,0	80,0	н/о
	7	96,0	205,0	н/о
	8	28,0	н/о	359,0
	9	97,0	н/о	118,0
	10	37,0	14,0	142,0
	Средние значения	92,0	159,5	108,6

н/о – значение ниже чувствительности прибора

Таблица 4. Сравнение активности гамма-излучающих изотопов в рудосодержащей пробе АВ-И16-15 и вмещающей пробе АВ-И16-14

Номер пробы	Номер за- мера	Активность в пробе, Бк/кг							
		⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²²² Rn	²²⁴ Ra	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	²³² Th	²²⁸ Th
АВ-И16-14 (вмещающая)	1	771,0	1,72	53,0	29,5	30,25	48,0	45,3	43,1
	2	915,0	3,96	112,3	н/о	40,40	34,1	48,9	20,6
	3	958,0	4,09	99,7	34,4	32,90	64,7	48,4	49,8
	4	885,0	2,32	101,8	1,1	32,85	25,6	46,5	24,4
	5	980,0	1,35	106,1	н/о	31,55	29,6	51,2	22,5
	6	878,0	5,92	106,2	8,5	28,75	32,4	47,8	н/о
	7	819,0	3,57	100,3	н/о	29,30	43,0	46,0	33,3
	8	861,0	5,34	99,5	18,9	27,70	46,3	48,4	28,3
	9	565,0	н/о	58,54	10,5	17,22	22,9	21,8	22,4
	10	930,0	1,02	102,9	34,2	20,83	59,1	48,1	33,4
	Среднее	856,2	3,25	94,03	19,59	29,18	40,57	45,24	30,87
АВ-И16-15 (рудная)	1	38,4	2,16	8,53	н/о	4,84	5,7	4,36	н/о
	2	88,2	1,88	5,19	н/о	5,8	н/о	2,65	н/о
	2	54,8	4,82	8,81	н/о	8,85	н/о	4,45	0,10
	4	20,0	3,42	3,93	н/о	0,12	7,5	н/о	н/о
	5	150,0	1,75	6,02	н/о	1,45	н/о	1,96	н/о
	6	71,6	5,68	5,06	н/о	6,48	20,1	0,93	н/о
	7	80,4	4,09	4,64	н/о	7,67	н/о	н/о	н/о
	8	32,4	4,64	1,07	н/о	9,53	2,0	5,80	н/о
	9	73,2	3,40	2,89	н/о	1,85	8,4	1,61	н/о
	10	39,9	3,81	2,16	н/о	4,39	7,9	н/о	0,96
	Среднее	64,89	3,565	4,83	н/о	5,098	8,6	3,11	0,53

н/о – значение ниже чувствительности прибора

При сравнении данных, полученных для образцов АВ-И16-14 и АВ-И16-15, было выявлено, что средние показатели удельной активности бета- и гамма-излучающих

изотопов во вмещающей породе выше, чем в рудной. При этом для бета-излучающих изотопов ^{40}K и ^{137}Cs и гамма-излучающих изотопов ^{40}K , ^{222}Rn , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th и ^{228}Th они отличаются на порядок. Для этих же проб характерна более контрастная разница в содержании благородного металла.

Эти результаты сопоставимы с данными, полученными ранее для проб с номерами АЦ-ИН-29 и АЦ-ИН-30, отобранных на том же месторождении, однако, в дан-

ном случае выявленная закономерность носит ещё более выраженный характер.

Таким образом, в ходе исследования были получены данные об удельной активности ряда изотопов (^{40}K , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{222}Rn , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th и ^{228}Th) в образцах рудосодержащих и вмещающих пород золоторудного месторождения Албын. Выявлена вероятная отрицательная корреляция радиоактивности пород с содержанием в них благородных элементов.

Библиографический список

1. Портнов А.М. Радиогеохимическая специализация – индикатор при аэрогеофизических поисках оруденения // Новые идеи в науках о Земле: в 7 т. Материалы XIV Международной научно-практической конференции "Новые идеи в науках о Земле". – М.: Изд-во МГРИ-РГГРУ им. С. Орджоникидзе, 2019. – Т. 2. – С. 151-154.
2. Казанцев А.Е., Малышев А.И., Орлова Н.И. Гидротермалиты Албынского месторождения // Разведка и охрана недр. – 2013. – №11. – С. 29-34.
3. Мельников А.В., Степанов В.А. Рудно-россыпные узлы Приамурской золотоносной провинции. Ч. 2: Центральная часть провинции. – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 300 с.
4. Моисеенко Н.В. Уран и торий в породах и рудах золоторудного месторождения Албын // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 12-1 (39). – С. 73-76.
5. Синякова Н.И., Сафина Н.М. Активность бета- и гамма-излучающих изотопов в рудосодержащих и вмещающих породах золоторудного месторождения Албын // Молодежь XXI века: шаг в будущее: XXIII региональная научно-практическая конференция, 24 мая 2022 г. – Благовещенск: ДальГАУ, 2022. – С. 345-347.

FEATURES OF BETA AND GAMMA RADIATION OF RADIOACTIVE ISOTOPES IN ORE-CONTAINING AND CONTAINING ROCKS ON THE EXAMPLE OF ALBYN GOLD ORE DEPOSIT

N.M. Safina, *Engineer*

I.V. Kuznetsova, *Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher*

N.V. Moiseenko, *Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher*

Institute of Geology and Nature Management of Far East Branch Russian Academy of Sciences

(Russia, Blagoveshchensk)

Abstract. The activity of beta-emitting isotopes ^{40}K , ^{137}Cs and ^{90}Sr and gamma-emitting isotopes ^{40}K , ^{137}Cs , ^{222}Rn , ^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th and ^{228}Th were measured in samples of ore-bearing and host rocks of the Albyn gold deposit of the Amur region. It has been shown that the average specific activity of beta and gamma-emitting isotopes in the host rock is higher than in the ore.

Keywords: radioactive isotopes, precious metals, host rocks, gold deposits.