УДК 550.84:543

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДЫ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ВОСТОК»

[1]Канаев А.Т., [2]Канаева З.К.

[1]Казахский национальный педагогический университет им. Абая Министерство образования и науки Республики Казахстан, Алматы, e-mail: ashim1959@mail.ru;

[2]Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, e-mail: kanaeva1992@mail.ru

По результатом проведенных анализов в минералогическом отношении было выявлено, что руды месторождения «Восток» составляет позднее кварц-карбонатные прожилки, которые имеют более широкое развитие, они содержать значительно большее количество сульфидов, количество молибденовых минералов молибденита и иордезита на порядок меньше.

Ключевые слова: уран, минералого-геохимическая структура, прожилки

GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL FEATURES OF «VOSTOK» URANIUM MINE

[1]Kanayev A.T., [2]Kanayeva Z.K.

[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, e-mail: ashim1959@mail.ru;

[2]Satpayev Kazakh National Technical University, Almaty, e-mail: kanaeva1992@mail.ru

The results of the mineralogical analyzes showed that the ore deposits of the «Vostok» comprised of quartz-carbonate veins, which are more widely developed. They contain a much larger number of sulfides, molybdenum minerals of molybdenite, and have iordezit in smaller amounts.

Keywords: uranium, mineralogical and geochemical structure, veining

По итогам I квартала 2012 года объем добычи урана в Казахстане составил 4,666 тысячи тонн, что почти на 5% выше уровня аналогичного периода 2011 года.

В настоящее время в Казахстане почти весь уран добывается методом подземного скважинного выщелачивания, а шахтный способ разработки месторождения урансодержащих руд производится только на севере нашей республики, на месторождении «Восток». Указанное месторождение по запасам урана и молибдена в руде является одним из богатейших

Цель исследования. Изучение минералого-геохимическую структуру месторождения урансодержащих руд рудника «Восток» Степногорского горно-химического комбината.

Материалы и методы исследований

В качестве опытно-производственной базы изучения и исследования был выбран участок кучного выщелачивания урановой руды рудоуправления №1 Степногорского горно-химического комбината.

Рудоуправление №1 находится в поселке Шантобе, на западе Акмолинской области, в 160 км от областного центра г. Кокшетау и в 350 км от города Степногорска. Сырьевой базой предприятия являются месторождения «Восток» и «Звездное», которые находятся в пределах Балкашинского рудного поля Сандыктауского района Акмолинской области.

Исследовательская работа выполнена с помощью оборудования и установок лаборатории РУ–1 и лаборатории НИИ проблем экологии при КазНУ им. аль-Фараби.

Сбор растворов и отбор пробы (в бутылки 0,5–1,0 л) проводились для лабораторного исследования их щелочности-кислотности (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), а также для определения химического состава и характеристики среды.

Результаты исследований и их обсуждение

Урановая минерализация представлена настураном и урановой чернью. Настуран образует прожилки, вкрапления скопления различных форм. Отмечается его ассоциация с сульфидами и прожилковыми карбонатами. Урановая чернь фиксируется по трещинам и порам, образуя налеты и корочки на породообразующих минералах. Участками настуран и браннерит замещаются коффинитом. Относительное количество настурана составляет от суммарного количества урановых минералов 85–90%, браннерита – 10–15%, коффинита менее 5,0%. По химическому составу руды являются алюмосиликатными с содержанием карбонатов от 5 до 12% [1].

Рудные образования представляют собой систему прожилков, гнезд и вкрапленность настурана, молибденита и реже браннерита. Минеральные образования, слагающие руды месторождений, по составу, форме и последовательности отложения делятся на четыре группы:

– пиритовые и пирит – карбонатные прожилки;

– настурановые и настуран – карбонатные прожилки и брекчиевые зоны;

– анкеритовые жилы и брекчии;

– кварц – карбонатные жилы и прожилки.

Пиритовые и пирит–карбонатные прожилки образуют зоны прожилковой минерализации мощностью от 1 до 10–15 м и простираются на значительное расстояние. Состав прожилков простой: на агрегаты зерен пирита неправильной формы нарастают шестоватые оторочки кварца, хлорита, гидрослюды. В карбонатных прожилках в доломите и кварце образуют мелкую редкую вкрапленность сфалерит, халькопирит и галенит [2].

Настурановые и настуран – карбонатные прожилки залегают по сланцеватости пород ордовика и имеют длину до 10 м и мощность до 1 см, эти прожилки нередко переходят в брекчии мощностью до 5 см, основным минералом прожилков является настуран. Его массивные и почковидные агрегаты образуют прожилки различной формы, часто цементирующие обломки пород. В настуране постоянно присутствует вкрапленность молибденита, иодезита и галенита. Нередко настуран образует почковидные агрегаты и корки мощностью до 3 мм, и постоянно сопровождается агрегатом кварца и хлорита, заполнявшим трещинки в настуране или вокруг него оторочки мощностью до 1 мм [3]. В промежутках между зёрнами настурана отмечаются вкрапленные выделения урансодержащих титанатов (браннерит) правильной формы.

Хлорит развивается и по вмещающим породам около прожилков настурана, образуя ореолы мощностью до 1 см. Между зёрнами жильных минералов отмечаются редкие выделения сфалерита и галенита, секущиеся замещающим их халькопиритом.

Основной парагенетической ассоциацией настурансодержащих прожилков является настуран – молибденит, галенит и подчинённое значение имеют ассоциации настуран, галенит анкерит, марказит [4].

Анкеритовые жилы и брекчии сосредоточены в зонах крупных разломов и представлены сложной формы жилами протяженностью до 10–15 м. В раздувах жил карбонат цементирует обломки вмещающих пород, образуя участки брекчий. Жилы сложены карбонатами и имеют гребенчатые, крустификационные и брекчиевые текстуры. На кристаллах анкерита часто отлагается тонкая оторочка кварца с мельчайшими выделениями пирита и халькопирита. В анкеритовых жилах к парагенетическим относятся ассоциации: кварц + хлорит и пирит + халькопирит.

Кварц–карбонатные жилы встречаются на всей площади месторождения. Протяженность идущих по сланцеватости или залегающих в крупных трещинах жил достигает 5–20 м при мощности 2–5 см, они просты по форме и выдержаны по элементам залегания. Жилы имеют оторочку темно-зеленого хлорита. В жилах широко развит белый крупнозернистый анкерит, образующий с серым кварцем шестоватые агрегаты.

В центральной части жил отлагается белый до розового крупнозернистый доломит, секущий шестоватые агрегаты. Часто кварц-карбонатные жилы залегают в одних трещинах с рудными прожилками. В этих случаях обломки оруденелых алевролитов интенсивно замещаются доломитом, реже анкеритом с образованием переотложенного настурана в виде тонких прожилков.

Кварц-карбонатные жилы повсеместно содержат вкрапленность сульфидов: сфалерита, среди которых отмечаются тончайшие прожилки и выделения аргентита и самородного серебра. Часто кварц-карбонатные жилы содержать разноориентированные прожилки кварц-альбит-апатитового состава [5].

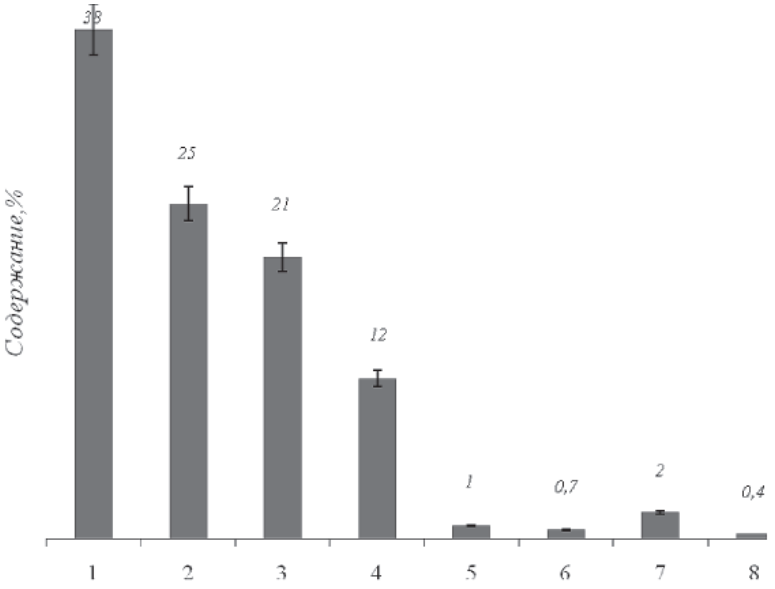
Минералогический состав других сопутствующих общераспространённых и отдельных элементов показан на рисунке.

Как видно из рисунка, до 38 % в руде содержит кварц, полевые шпаты. Как известно, кварц один из самых распространённых минералов в земной коре, породообразующий минерал большинства магматических и метаморфических пород. Свободное их содержание в земной коре составляет всего 12 %. Входит в состав других минералов в виде смесей и силикатов. Полевые шпаты это группа широкораспространённых, в частности породообразующих минералов из класса силикатов (Feldspat – от нем. «фельд» – поле и греч. «спате» – пластина, из-за способности раскалываться на пластины по спайности).

Двадцать пять процентов (25 %) минералогического состава руды состоит из слюда, т.е. *мусковит, серицит*. Мусковит это минерал, калиевая слюда $KA_{l2}(AlSi_3O_{10})(OH)_2$. Ярко-зеленый мусковит, содержащий до 4 % Cr_2O_3, называют фукситом, мелкочешуйчатый агрегат – серицитом. Серицит обычно встречается в виде скрыто- и тонкочешуйчатых бесцветных или зеленоватых масс с шелковистым блеском. Как вторичный минерал широко распространён в гидротермально измененных изверженных и метаморфических горных породах, в серицитовых сланцах, в зальбандах рудных тел вместе с кварцем, карбонатами, хлоритом, сульфидами, баритом, тальком, реже флюоритом и турмалином.

Глинистые минералы в руде составляет 21 %. Встречается в виде водных силикатов, слагающих основную массу глин и опреде-

ляющих их физико-химические, механические и др. свойства. Глинистые минералы являются продуктом выветривания преимущественно алюмосиликатов и силикатов магматических и метаморфических горных пород на дневной поверхности.



Минералогический состав сопутствующих полезных ископаемых в урановых рудах месторождения «Восток»:
1 – кварц, полевые шпаты; 2 – слюда (мусковит, серицит); 3 – глинистые минералы; 4 – карбонаты (доломит, кальцит); 5 – органические вещества; 6 – сульфиды; 7 – гидроокислы железа; 8 – циркон, сфен

Карбонаты (доломит, кальцит) представлены в количестве около 12%. Такие карбонаты, как кальцит или доломит, распространены широко. Другие существуют в виде второстепенных минералов, залегающих в жилах и отдельных слоях месторождений. При таком многообразии карбонатов неудивительно, что они обладают разными свойствами. Тем не менее, у них есть и ряд общих характеристик: они достаточно хрупки, легко царапаются и охотно взаимодействуют с кислотами.

Количество *гидроокислы железа* составляет 2,0%. Гидроокислы – представляют собой соединения металлов с гидроксильной группой $[OH]^-$, полностью или частично замещающую ионы кислорода в окислах. Выделяют простые и сложные гидроокислы.

Простые гидроокислы. В них представлены катионы Fe^{3+}, Al, Mg, Mn, Ca, B, W и некоторых других металлов.

Сложные гидроокислы. Преобладают катионы Al, Mg, Cr, Fe, Ba, Mn, и присутствует дополнительный анион $[CO_3]^{2-}$. Наиболее характерны для экзогенных месторождений и зон окисления. Гидроокислы железа, образующиеся в поверхностных условиях, устойчивы к выветриванию. Однако при воздействии сильно кислых вод они выщелачиваются и выносятся. В условиях жаркого сухого климата гидроокислы железа, образовавшиеся в зонах окисления сульфидных месторождений, теряют воду и переходят в гидрогематит Fe_2O_3–H_20 и гетит; в таких случаях вместо выделений типа «бурая стеклянная голова» наблюдаются аналогичной формы образования с блестящей поверхностью красного цвета.

Также в составе руды встречается *органические вещества* в количестве 1,0%. Это класс соединений, в состав которых входит углерод (за исключением карбидов, угольной кислоты, карбонатов, оксидов углерода и цианидов).

Сульфиды в составе руды представлены в количестве 0,7%. Сульфиды (франц. sulphides, от лат. sulphur – «сера») – сульфидами называют различные соединения металлов с серой. К сульфидам относится пирит.

В небольшом количестве (0,4%) представлены *циркон, сфен*. Сфен (титанит) $CaTi[SiO_4](O, OH, F)$, благодаря изоморфному вхождению урана в его кристаллическую решетку, является одним из минералов-геохронометров. U-Pb возраст сфена отражает время, когда минерал остыл до

температуры закрытия его изотопной системы – температуры, при которой скорость потерь изотопов Pb за счет диффузии становится незначительной по сравнению со скоростью его накопления.

Заключение

Рудные тела (залежи) эксплуатируемого месторождения «Восток» залегают в слабо метаморфизованных осадочных породах ордовика и эффузивно-осадочных образованиях девона и располагаются в ореоле интенсивной березитизации пород. Породами, вмещающими урановое оруденение месторождения Восток, являются тонкопереслаивающиеся между собой аргиллиты и алевролиты с редкими маломощными прослоями песчаников. Аргиллиты состоят из зерен кварца, полевого шпата, пластинок слюды, сцементированных глинистыми минералами и карбонатами. Карбонаты представлены железо – доломитом, анкеритом и кальцитом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М.: Недра, 1977. – С. 279.

2. Трошин Ю.П. В кн.: Геохимия вулканитов различных геодинамических обстановок. Новосибирск: Наука, 1986. – С. 93–111.

3. Канаев А.Т. Интенсификация процесса извлечения урана биотехнологическим способом из бедных руд: монография. – Алматы, 2010. –143 с.

4. Eklund O. et al. // Lithos. – 1998. – Vol. 45. – P. 87–108.

5. Jiang Y.H. et al. // Lithos. – 2002. – Vol. 63. – P. 165–187.