DOI: 10.31554/978-5-7925-0536-0-2018-328-331

РУДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В КАРЬЕРНЫХ ВОДАХ ЗАВИТИНСКОГО РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Абрамова В.А.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия, E-mail: vera_abramova79@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе представлены некоторые результаты гидрогеохимических исследований карьерных озер Завитинского литий-бериллиевого месторождения, горные работы на котором были прекращены в 1997 г. В настоящее время карьерные озера активно используются местным населением для отдыха и рыбной ловли. Установлено, что данные воды содержат аномальные концентрации Li и Sr, в единичных случаях Be. Определены содержания микроэлементов в карьерных водах относительно средних значений для вод зоны гипергенеза, а также нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ для вод водных объектов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного значения.

1. ВВЕДЕНИЕ

Более 300 лет Восточное Забайкалье является крупнейшим источником минерального сырья в России [2]. Вместе с тем, горнодобывающая деятельность как действующих, так и заброшенных предприятий оказывает значительное техногенное воздействие на окружающую среду. Особое внимание здесь следует уделить проблеме складирования отвалов вскрышных пород и сульфидсодержащих руд, отходов обогащения (хвостохранилищ насыпного или затопленного типа) и техногенных озер, образованных затоплением карьеров при открытой разработке месторождений. Гипергенные процессы, происходящие в вышеперечисленных техногенных объектах, способствуют активной миграции тяжелых металлов и токсичных элементов, а также их накоплению в природных компонентах, и, зачастую, выше предельно допустимых концентраций. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью изучения геохимического состава вод карьерных озер для оценки эколого-геохимических последствий разработки рудных месторождений.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Особый интерес в связи с составом руд представляет изучение гидрогеохимии крупнейшего Завитинского литий-бериллиевого месторождения, расположенного в Шилкинском районе Забайкальского края. Гидрогеохимические характеристики некоторых техногенных объектов месторождения частично обсуждались в ранее опубликованных работах [1, 4].

Месторождение известно с 1897 г. и сначала отрабатывалось как оловянное [2]. В 1928-1929 гг. в процессе выполнения ревизионных работ было вскрыто большое количество пегматитовых жил

(даек) с повышенным содержанием сподумена ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$), что позволило отнести месторождение к литиевому. В целом в песчано-сланцевой триасовой толще разведано 120 пегматитовых даек, пространственно и генетически связанных с гранитоидами позднемезозойского кукульбейского магматического комплекса (J_3) [3].

Площадь месторождения составляет 4,5 км². Морфология рудных тел сложная, подавляющая часть представлена ветвящимися жильными системами неправильной формы.

Главными рудными минералами являются сподумен ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) и берилл ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$); сопутствующими – петалит ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$), касситерит (SnO_2), колумбит-танталит (FeTa_2O_6). Основным целевым компонентом руд является литий, другие – ценные примеси. Добыча руды на месторождении велась открытым способом с размещением пород вскрыши во внешних отвалах (рис. 1).

Рис. 1. Местоположение карьерных озер (темное) и отвалов (светлое) Завитинского месторождения и прилегающая территория

Руды обогащались по комбинированной флотационной и электромагнитно-флотационной технологиям. Наряду с редкими минералами из хвостов обогащения извлекался кварц-полевошпатовый концентрат. В последние годы на фабрике также перерабатывалась привозная флюоритовая руда. В 1997 г. работы на Завитинском месторождении были остановлены, а фабрика законсервирована [2].

В настоящее время в контурах месторождения расположены отвалы вскрышных пород и два карьерных озера (рис. 1), которые активно используются местным населением п. Первомайский для отдыха и рыбной ловли.

Для изучения геохимии карьерных вод Завитинского месторождения было проведено опробование. Отбор водных проб производился в полиэтиленовые бутылки в прибрежье из поверхностного слоя в летний период

2016 г. На месте опробования измерялись pH и Eh. Химико-аналитические исследования проб воды на макрокомпоненты и некоторые микроэлементы проведены в аттестованной лаборатории ИПРЭК СО РАН (г. Чита). Анализы водных проб методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) выполнены в аналитическом центре Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные по химическому составу карьерных вод Завитинского месторождения представлены в таблице. Для сравнения взяты показатели пробы РМ-12-15, отобранной в 2012 г. [4].

Таблица. Физико-химические характеристики вод рудных карьеров Завитинского месторождения

Показатели	Шифр пробы					ПДК (мг/л) [5, 6]	
	ЗВ-16-2	ЗВ-16-3	ЗВ-16-4	ЗВ-16-5	РМ-12-15	Рыб/хоз.	СанПиН
Eh, мВ	147	152	157	172	-	-	-
pH	7.65	7.65	7.72	7.24	8.40	-	-
CO ₂ , мг/л	1.32	1.32	10.8	1.10	-	-	-
HCO ₃ ⁻	108.6	109.8	111.0	39.6	97.6	-	-
SO ₄ ²⁻	796.8	828	816	1114	565.0	100	500
Cl ⁻	32.4	32.7	33	20.1	28.2	-	-
F ⁻	0.48	0.48	0.48	1.04	0.52	-	-
NO ₃ ⁻	1.13	1.3	1.36	0.62	-	40	45
NO ₂ ⁻	0.013	0.012	0.019	0.009	-	0.08	3.0
NH ₄ ⁺	0.3	0.26	0.24	0.23	-	-	-
Ca ²⁺	254.9	257.3	250.3	327.1	179.4	-	-
Mg ²⁺	67.4	72.5	74.7	87.9	40.28	-	-
Na ⁺	31.9	30.6	29.5	24.6	36.75	-	-
K ⁺	7.86	7.54	8.15	9.87	9.47	-	-
Σ ионов	1301	1339	1324	1625	957	-	-
Si	1.45	1.60	1.56	5.11	1.03	-	-
P _{общ.}	0.058	0.06	0.058	0.06	0.16	-	-
Sr	3.58	3.51	3.48	3.04	1.14	0.4	7.0
Fe	1.04	0.03	0.02	0.11	0.0826	0.1	0.3
Mn	0.33	0.02	0.01	0.23	0.0021	0.01	0.1
Zn	0.020	0.020	0.020	0.190	0.0017	0.01	5.0
Al	11.3	15.6	16.8	10.9	0.0431	0.04	0.5
Cu, мкг/л	6.03	3.82	4.14	6.04	2.95	0.001	1.0
Pb	1.27	1.00	0.88	0.85	н.о.	0.006	0.03
As	9.32	8.07	8.86	0.33	5.0	0.05	0.01
Ni	1.32	1.15	1.32	8.4	6.81	0.01	0.02
Cd	0.39	0.04	0.49	0.48	0.38	0.005	0.001
Co	0.0058	0.0013	0.0033	0.0045	н.о.	0.01	0.1
Be	<i>0.015</i>	<i>0.017</i>	<i>0.018</i>	2.64	-	0.0003	0.0002
Li	2607	2685	2595	3877	-	0.08	0.03

Примечание: н.о. – элемент не обнаружен; прочерк – отсутствие данных. Курсивом – по результатам анализов методов ICP-MS. Места отбора проб: ЗВ-16-2, ЗВ-16-3, ЗВ-16-4 – из основного карьерного озера; ЗВ-16-5 – из второго карьерного озера; РМ-12-15 – проба 2012 года [4].

По результатам исследований установлено, что воды карьеров нейтральные и слабощелочные, значения pH варьируют в пределах 7.24-8.40.

По химическому составу воды сульфатные магниево-кальциевые. Согласно данным таблицы, отмечается существенный рост значений минерализации и концентрации ионов SO_4^{2-} . Щелочные значения pH при сульфатном составе воды карьеров свидетельствуют о высоком потенциале нейтрализации вмещающих пород.

Как видно из таблицы, из микроэлементов аномальные концентрации имели литий и

стронций – до 3.87 и 3.58 мг/л соответственно. Содержание бериллия в одной пробе составило 2.64 мкг/л (табл.). Миграция Be в карьерных водах ограничивается высокими значениями pH.

Сравнение содержаний некоторых микроэлементов в карьерных водах относительно средних значений для вод зоны гипергенеза [7] показало значительное превышение для Sr, Al, Li, Mn, Ni, As и Cd, в единичных случаях для Fe, Zn и Be (рис. 2).

Рис. 2. Содержания микроэлементов в карьерных водах относительно средних значений для вод зоны гипергенеза (линейный график) по [7]

Для оценки эколого-геохимического состояния карьерных вод в таблице представлены единицы ПДК химических веществ для вод рыбохозяйственного значения [5] и нормы Сан-ПиН для питьевой воды [6]. Сравнительный анализ исследуемых вод показал превышение рыбохозяйственных норм до десяти и более раз для Li, Fe, Sr, Mn, Zn, Cu, Be и нормативов питьевой воды для Li, Fe, Mn и Be. И в том, и в другом случае, отмечено превышение над ПДК в тысячи раз для Al и сульфатов (SO_4^{2-}). Понятно, что поступление таких вод в речную сеть прилегающей территории в результате естественного стока или откачки может вызвать ее загрязнение, а также оказаться весьма опасными для здоровья человека.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, основным фактором, контролирующим геохимические параметры техногенных вод месторождения, является состав

руд и вмещающих пород. При горных работах их воздействие существенно усиливается в результате более интенсивного водообмена и развития процессов окисления сульфидов, содержащихся в рудах. Полученные результаты могут быть использованы для оценки эколого-геохимических последствий разработки рудных месторождений и при гидрогеохимических поисках разных масштабов. Необходимость дальнейшего изучения гидрохимического состава техногенных вод и экогеохимии токсичных элементов, как в научном, так и прикладном плане представляется очевидной.

Подготовлено в рамках бюджетных исследований ИПРЭК СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова В.А., Замана Л.В. Гидрогеохимия техногенных объектов Завитинского редкометального месторождения (Восточное Забайкалье) // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXVII Всероссийской моло-

дежной конференции с участием исследователей из других стран. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2017. – С. 19–20.

2. Геологические исследования и горно-промышленный комплекс Забайкалья: история, современное состояние, проблемы, перспективы развития. / Г.А. Юргенсон, В.С. Чечеткин, В.М. Асосков и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 574 с.

3. Загорский В.Е., Шокальский С.П., Сергеев С.А. Возраст, длительность формирования и геотектоническая позиция Завитинской литиеносной гранитно-пегматитовой системы (Восточное Забайкалье) // Доклады академии наук. – 2015. – Т. 460. – № 2. – С. 198-203.

4. Замана Л.В., Чечель Л.П. Эколого-геохимическая оценка водоемов рудных карьеров Восточного Забайка-

лья // Материалы Всероссийской конференции с международным участием "Эволюция биосферы и техногенез", посвященных 35-летию ИПРЭК СО РАН 2016. – С. 123-125.

5. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенические нормативы. ГН. 2.1.5.1315-03. – М.: Минздрав РФ, 2003. – 154 с..

6. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН. 2.1.1074-01. Вода питьевая. –М.: Минздрав РФ, 2001. – 89 с.

7. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

ORE ELEMENTS IN CAREER WATERS ZAVITINSKOE RARE METAL DEPOSIT (EASTERN TRANSBAIKALIA)

Abramova V.A.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia, E-mail: vera_abramova79@mail.ru

ABSTRACT: The paper presents some results of geochemical research of the waters of quarry lakes Zavitinskoe lithium-beryllium deposits, mining works which was discontinued in 1997. At the present time the career of the lake is actively used by local residents for recreation and fishing. It was found that these waters contain anomalous concentrations of Li and Sr, in isolated cases of Be. The content of trace elements in the quarry waters relative to the average values for the waters of the hypergenesis zone, as well as the standards of the maximum permissible concentrations of chemicals for drinking water and fishery value.