

рассматриваемых сланцев, а также ассоциация с псевдогидролизатами позволяют отнести их к метаморфизованным аркозовым и кварцевым песчаникам

VIII группа пород представлена мусковитовым кварцитом с высоким содержанием кремнезема (93.78 %). По А.А. Предовскому порода относится к кварцитам и хемогенным осадкам, а по А.Н. Неелову к кварцевым песчаникам. По значениям литохимических модулей кварцит является гиперсилитом, а ассоциация с псевдогидролизатами позволяет его считать литогенным образованием.

Таким образом, в результате изучения первичного состава пород няровейской серии были выделены восемь групп пород, различающихся по минеральному и химическому составу. Среди них выделяются орто- и параобразования. В целом, учитывая переслаивание метапсаммитов и метапелитов, а также наличие в разрезе метабазальтов с океаническими метками, можно охарактеризовать формирование вулканогенно-осадочного материала в няровейское время в окраинно-океанической или в окраинно-морской обстановке.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол_а.

Литература

1. Великославинский С.Д., Глебовицкий В.А., Крылов Д.П. Разделение силикатных осадочных и магматических пород по содержанию петрогенных элементов с помощью дискриминантного анализа // Доклады РАН. – 2013. – Т. 453. – № 3. – С. 310–313.
2. Душин В. А., Сердюкова О. П., Малюгин А. А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – 340 с.
3. Неелов А.Н. Петрохимическая классификация метаморфизованных осадочных и вулканических пород. – М.: Наука, 1980. – 100 с.
4. Предовский А.А. Геохимическая реконструкция первичного состава метаморфизованных вулканогенно-осадочных образований докембрия. – Апатиты, 1970. – 115 с.
5. Уляшева Н.С. Термодинамическая эволюция метаморфизма пород харьбейского комплекса (Полярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. – № 9. – С. 2–6.
6. Уляшева Н.С. Геохимические особенности метабазитов няровейской серии Харьбейского выступа (Полярный Урал) // Вопросы естествознания (Иркутский государственный университет путей сообщения), 2015. – № 4. – С. 132–134.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. – СПб.: Наука, 2000. – 479 с.

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ-ПРИМЕСЕЙ В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ПОРОДАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Д.Г. Усольцев

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Черносланцевые образования широко распространены во всем мире. Эти породы обладают повышенными концентрациями таких элементов как Мо, Ag, V, Zn, As, Au, Cu, Ni, U, Re и ряда других [17, 18, 20 и др.]. Примером таких черных сланцев являются породы баженовской свиты.

Баженовская свита Западной Сибири распространена на территории, занимающей площадь более 1 млн км², при средней мощности отложений 20...30 м. Возраст свиты определяется от верхней юры (волжский ярус) до нижнего мела (берриасский ярус) [1, 16 и др.].

Концентрациям и закономерностям распределения благородных, редких, радиоактивных элементов в породах баженовской свиты посвящено большое количество работ [2–15, 19]. Однако до сих пор уделялось немного внимания установлению форм нахождения элементов, присутствующих в повышенных концентрациях.

Настоящая работа имеет цель установить формы нахождения и минералы-концентраторы рассматриваемых элементов. Данная заметка представляет начальный этап этих исследований.

Предметом для исследования послужили образцы баженовской свиты, отобранные из скважин, вскрывающих данную свиту на западе Томской области и центральной части Ханты-Мансийского автономного округа.

Подготовленные образцы изучались методом сканирующей электронной микроскопии на приборе Hitachi S-3400N с энергодисперсионным спектрометром Bruker XFlash (лаборатория оптической и электронной микроскопии Международного инновационного научно-образовательного центра “Урановая геология” ТПУ).

В процессе детального электронно-микроскопического анализа в данной породе обнаружено большое количество микроминеральных фаз различного состава, распределение которых в основной минеральной массе крайне неоднородное. Установленные на данном этапе минеральные фазы представлены в таблице.

Таблица

Химический состав микроминеральных форм в породах баженовской свиты по данным СЭМ

Элемент	Состав минеральной фазы и ее характеристика
Zn	Содержание Zn – 51...54 %, размер – 5...40 мкм, элементы спутники: S (25...29 %), Cd (1...2 %), иногда Fe(1 %) (сфалерит?)
U	Содержание U – 37...55 %, размер – 1...3 мкм, элементы спутники: Si (5...8 %), иногда Y (3...6 %), Ti (1...2 %) (коффинит?)
Fe	Содержание Fe – 53 %, размер – 10...50 мкм, элементы спутники: S (47 %) (пирит?)
	Содержание Fe – 28 %, размер – 5 мкм, элементы спутники: Ti (3 %), V (13 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Fe – 67...76 %, размер – 5...20 мкм, элементы спутники: Cr (8...9 %) иногда Ti (16 %) (интерметаллическое соединение)
As	Содержание As – 11 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: S (10 %) (алакранит?)
Ba	Содержание Ba – 51 %, размер – 20...40 мкм, элементы спутники: S (11 %), иногда Ca (8 %) (барит?)
Pb	Содержание Pb – 75...85 %, размер – 2...4 мкм, элементы спутники: S (9...10 %) (галенит?)
Cu	Содержание Cu – 40...59 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Zn (25...35 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 42...58 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: S (13...22 %), Fe (6...10 %) (борнит?)
	Содержание Cu – 72 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Ni (2 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 57 %, размер – 10 мкм, элементы спутники: Sn (11 %), Co (2 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Cu – 19 %, размер – 3...10 мкм, элементы спутники: S (36 %), Fe (19 %) (халькопирит?)
Au	Содержание Au – 65...76 %, размер – 3...10 мкм, элементы спутники: Ag (5...7 %), иногда Cu (1...2 %), Fe (1...2 %) (интерметаллическое соединение)
Zr	Содержание Zr – 56 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: O (35 %) (бадделейт?)
Ag	Содержание Ag – 60...77 %, размер – 3...10 мкм
	Содержание Ag – 42 %, размер – 3 мкм, элементы спутники: Te (33 %), S (4 %) (цервеллейт?)
PЗЭ	Содержание Ce – 20...30 %, La – 10...20 %, размер – 7...10 мкм, элементы спутники: P (10...12 %), иногда Th (2 %) (монацит?)
Sn	Содержание Sn – 30 % размер – 10 мкм, элементы спутники: Cu (27 %), Ni (15 %), Fe (3 %) (интерметаллическое соединение)
	Содержание Sn – 90 % размер – 20 мкм
V	Содержание V – 24 % размер – 10 мкм, элементы спутники: Ti (11 %), Fe (1 %) (интерметаллическое соединение)
Sr	Содержание Sr – 39 % размер – 8 мкм, элементы спутники: S (14 %), Ca (2 %), Ba (3 %) (целестин?)
Bi	Содержание Bi – 48 %, размер – 4 мкм, элементы спутники: Cl (8 %) (бисмоклит?)

Нами отмечено большое количество минеральных фаз, связанных с серой, по всей вероятности, представляющих сульфиды (Zn, Fe, As, Pb, Cu) и сульфаты (Ba, Sr).

В породе достаточно часто встречаются бессернистые минеральные фазы, содержащие Sn, Ag, а также комплексные интерметаллические соединения, такие как Fe-Ti-V, Fe-Cr, Cu-Zn, Cu-Ni, Cu-Sn-Co, Au-Ag, Sn-Cu-Ni-Fe, V-Ti-Fe и др.

Такое накопление химических элементов может быть связано с резко восстановительной обстановкой формирования углеродистых пород, обусловленной сероводородным заражением, что предполагается многими исследователями.

Кроме того, установлены минеральные фазы, по составу соответствующие коффиниту (U – 37...55 %, Si – 5...8 %), бадделейту (Zr – 56 %, O – 35 %), цервеллейту (Ag – 42 %, Te – 33 %, S – 4 %), монациту (Ce – 20...30 %, La – 10...20 %, P – 10...12 %), бисмоклиту (Bi – 48, Cl – 8 %).

На данном этапе исследования образцов баженовской толщи не удалось обнаружить минеральных фаз Mo, хотя их повышенные содержания в отложениях баженовской свиты отмечаются многими исследователями. В изучаемых нами образцах средняя концентрация Mo составляет 0,02 %.

Литература

1. Брадучан Ю.В., Гольберт Ф.Г., Гурари Ф.Г. Баженовский горизонт Западной Сибири (Стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). – Новосибирск: Наука, 1986. – 217 с.

2. Гавшин В.М., Бобров В.А. Закономерности распределения микроэлементов в баженовской свите // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. – Новосибирск: СНИИГТИМС, 1982. – С. 76–91.
3. Гавшин В.М., Бобров В.А., Демина Р.Г., Дорогиницкая Л.М. Распределение урана, тория и калия в морских терригенных отложениях мезозоя Западно-Сибирской плиты // Геохимия рудных элементов в процессах выветривания, осадконакопления и катагенеза. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979. – С. 128–160.
4. Гавшин В.М., Гурари Ф.Г. Геохимия сланцевых формаций Сибири // Геология угленосных и горючесланцевых формаций Сибири. – Новосибирск: СНИИГТИМС, 1987. – С. 50–56.
5. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Уран, торий и калий в черных сланцах баженовской свиты Западно-Сибирского морского бассейна // Литология и полезные ископаемые. – 2016. – №1. – С. 82–94.
6. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г., Красавчиков В.О. Редкоземельные элементы в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2011. – № 6. – С. 38–54.
7. Зубков М.Ю., Доронина Н.А. Геохимия пород баженовской свиты // Доманикиты Сибири и их роль в нефтегазоносности. – Новосибирск: СНИИГТИМС, 1982. – С. 68–76.
8. Конторович А.Э. Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. – М.: Недра, 1976. – 249 с.
9. Плуман И.И. Распределение урана, тория и калия в отложениях Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 1975. – № 5. – С. 756–767.
10. Плуман И.И. Ураноносность черных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской плиты как критерий геохимических условий осадконакопления // Геохимия. – 1971. – № 9. – С. 1138–1143.
11. Плуман И.И. Ураноносность черных битуминозных аргиллитов верхней юры Западно-Сибирской плиты // Геохимия. – 1971. – № 11. – С. 1362–1368.
12. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г., Ильенок С.С., Ежова А.В. Минералого-геохимические особенности баженовской свиты Западной Сибири по данным ядерно-физических и электронно-микроскопических методов исследований // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 1. – С. 50–63.
13. Ушатинский И.И. Состав и микроэлементы пород баженовской свиты и вмещающих глин // Ассоциация микроэлементов с органическим веществом в осадочных толщах Сибири. – Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1984. – С. 21–31.
14. Ушатинский И.И., Зарипов О.Г. Минералогические и геохимические показатели нефтегазоносности мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты. – Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1978. – 207 с.
15. Хабаров В.В., Нелепченко О.М., Волков Е.И., Бортасевич О.В. Уран, калий и торий в битуминозных породах баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология. – 1980. – № 10. – С. 94–105.
16. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "ГЕО". – 2000. – 481 с.
17. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. – Л.: Наука. – 1988. – 272 с.
18. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Элементы-примеси в черных сланцах. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. – 304 с.
19. Gavshin V.M., Zakharov V.A. Geochemistry of the Upper Jurassic–Lower Cretaceous Bazhenov Formation, West Siberia // Econ. Geol. – 1996. – V. 91. – P. 122–133.
20. Vine J.D., Tourtelot E.B. Geochemistry of black shale deposits: A summary report // Economic Geology. – 1970. – V. 65. – P. 253–272.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДЫ ОКРАСКИ И КОЛОРИМЕТРИИ КОЛУМБИЙСКИХ ИЗУМРУДОВ

Э.Л. Фахардо Бехарано, А.Г. Николаев

Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

Изумруд является редкой хромсодержащей разновидностью берилла и встречается в различных промышленно-генетических типах месторождений. Целью данной работы являлось исследование методом оптической абсорбционной спектроскопии образцов изумрудов, изучение кристаллохимических особенностей и природы окраски. Материал был взят из месторождения Музо (Колумбия).

Основной метод исследования в данной работе – оптическая абсорбционная спектроскопия. Оптические спектры поглощения записывались на специализированном спектрофотометре SHIMADZU U-3600 в диапазоне длин волн 185...3300 нм. Дополнительно оптические спектры записывались на стандартизированном спектрофотометре МСФУ-К. Регистрация оптических спектров поглощения производилась в интервале длин волн 400...800 нм с шагом 1 нм. Для объективного измерения и описания окраски изумрудов была использована методика расчета координат цветности по международной колориметрической системе XYZ. Все колориметрические результаты по интерпретации оптических спектров поглощения минералов были вынесены на стандартный цветовой треугольник международной комиссии по освещению (МКО, 1931). Колориметрические параметры исследуемых минералов (x, y, z – коэффициенты цветности; λ – длина волны, ρ – плотность, L – яркость основного цветового тона) рассчитывались с использованием специализированной программы «Спектр». Оптические спектры поглощения записывались с обломков кристаллов и с плоскопараллельных препаратов; цвет изумрудов – зеленый различной интенсивности. Все экспериментальные исследования проводились при комнатной температуре.

Общей особенностью оптических спектров поглощения изумрудов является наличие двух широких интенсивных полос поглощения в видимой области. Конфигурация спектров поглощения и значение энергии полос поглощения позволяет приписать наблюдаемые полосы электронным переходам в ионах Cr^{3+} , которые