

один из очень важных критериев для расчленения и корреляции нижневолжско-неокомских отложений территории КМА.

В этой связи нам думается, что составление классификаций конкретных глауконитов, аналогичных приведенной выше, является весьма полезным, так как они в будущем смогут послужить основой для создания общей полной морфолого-генетической классификации глауконитов вообще, которая до сего времени, несмотря на очень большое количество работ, посвященных этому минералу, пока все еще отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рухин Л.Б. Окаменение осадочных отложений // Вестн. Ленингр. ун-та. -1953. -№7. -С.127.
2. Рухин Л.Б. Преобразование осадков и осадочных пород (окаменение) // Справочное руководство по петрографии осадочных пород. -Т.1. -М., 1958. -С.62-79.
3. Рухин Л.Б. Основы литологии. -Л., 1969. -704с.
4. Жабин А.В. Некоторые проблемы глауконитообразования (на примере осадочных отложений Воронежской антеклизы) // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. -2000. -№ 3(9). -С.78-81.
5. Фролов В.Т. Литология. Кн.1. -М., 1992. -336с.
6. Горбунова Г.П. Глаукониты юрских и нижнемеловых отложений центральной части Русской платформы // Тр.ИГН АН СССР. -1950. -Вып. 114. -С.148.
7. Николаева И.В. Минералы группы глауконита в осадочных формациях. -Новосибирск, 1977. -321с.
8. Odin G.S., Matter O. De glauconiarum origine // Sedimentology. -1981. -V.28. -P.611-641.
9. Коваль С.А. О некоторых особенностях формирования сидеритовых конкреций валанжинских отложений КМА // Сб. научн. тр. аспирантов ВГУ. -Вып. 4. -Воронеж, 1968. -С.283.
10. Коваль С.А. К вопросу о связи химического состава глауконитов с условиями их образования // Литогенез в докембрии и фанерозе Воронежской антеклизы. -Воронеж, 1975. -С.169.
11. Коваль С.А. Литология и фации нижневолжско-неокомских отложений территории КМА: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. -Воронеж, 1966. -25с.
12. Гурова Т.И. О глауконитовых формациях третичных и верхнемеловых отложений юго-восточной части Западно-Сибирской низменности // Материалы по геологии, гидрогеологии, геофизике и полезным ископаемым Зап. Сибири: Тр. СНИИГТИМС. Вып. I. -Л., 1959. -С. 246.
13. Коваль С.А. О метасоматическом глауконите в отложениях готеривского яруса КМА // Сб. научн. тр. аспирантов ВГУ. -Вып. 3. -Воронеж, 1966. -С. 271.
14. Galliher E.W. Glaukonite genesis // Bull. Geol. Soc. Amer. -1935. -V.46. -№9. -P.81.

УДК 550.42:546.661 (470.32)

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЕВРОПИЯ В ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ ФАНЕРОЗОЯ И МЕТАОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ ДОКЕМБРИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВКМ)

В.А.Шатров, В.И.Сиротин, Г.В.Войцеховский

Воронежский государственный университет

В статье рассматриваются причины высокого содержания европия в различных породах фанерозоя и докембрия: 1) пространственное расположение осадочных комплексов в пределах зон повышенной проницаемости коры, что обеспечивает флюидный массоперенос комплексных соединений европия; 2) геохимическое сродство европия с железом; 3) перераспределение вещества в диагенезе при изменении окислительно-восстановительных условий среды осадкообразования.

Редкоземельные элементы (REE) слабо фракционируют в магматических, метаморфических и осадочных процессах, что позволяет рассматривать их как индикаторы условий образования пород. Лантаноиды, как правило трехвалентны, за исключением церия и европия, последний легко восстанавливается до двухвалентного Eu в специфических, прежде всего, в высокотемпературных условиях [1]. Благодаря способности существовать в двух степенях окисления европий очень подвижен в эндогенных и экзогенных процессах, имеет геохимическое сродство с железом [2,3], является составной частью высокотемпературных глубинных флюидов и гидротермальных растворов [2,4-7]. Поведение европия в осадочном процессе по отношению к другим лан-

таноидам аномально, изменяется на временном интервале от архея до неогена [8]. Главная причина различного поведения европия (как и других редкоземельных элементов) обусловлена разницей в валентности и ионных радиусах двух- и трехвалентного Eu. Располагаясь в середине ряда редких земель, европий быстрее восстанавливается, чем соседние лантаноиды, что приводит к увеличению его радиуса и позволяет занимать двухвалентному иону Eu различное положение в кристаллической решетке других минералов, недоступное для меньших по размеру трехвалентных ионов других редких земель [9].

Почти все постархейские осадочные породы обеднены европием, среднее отношение $Eu/Eu^* =$

Таблица 1

Значение ΣREE и Eu/Eu^* для глин, фосфоритов, песков палеозоя-мезозоя в пределах Воронежской антеклизы

Название породы. Возраст. Место отбора. Количество образцов.	Глинистые породы		Фосфориты	Пески	Глинистые породы			Фосфориты	Пески
	D ₂₋₃ Пав-ловск 7 обр.	D ₃ Семи-луки 7 обр	K _{2s} 8 обр.	K ₂ al-s Семи-луки 2 обр	D ₂ Железногорск 5 обр.	J _{2s} Железногорск 3 обр.	J _{2s} Губкин 2 обр.	K _{2s} 21 обр.	K ₂ al-s Губкин 2 обр
	Ливенско-Богучарская шовная зона, разломы второго-третьего порядка				Курский и Воронежский блоки фундамента				
ΣREE	596,1	248,6	176,1	111	198,4	185,8	189,6	165,3	35,76
Eu/Eu* ср	1,1	0,93	1,08	0,97	0,82	0,85	0,85	0,73	0,76
Eu/Eu* min	0,87	0,78	0,64	0,97	0,74	0,74	0,74	0,58	0,61
Eu/Eu* max	2,02	1,12	1,78	0,98	0,87	0,93	0,93	0,92	0,91

= 0,65 [9]. Ю.А.Балашов [10] определяет среднее значение Eu/Eu^* для осадочных пород фанерозоя как 0,61 – 0,75. Единственным типом осадочных пород, в которых нет дефицита европия, являются некоторые вулканогенно-осадочные отложения, образовавшиеся во внешних прогибах островных дуг в основном за счет выветривания андезитов и отражающие содержание европия в исходных магматических породах. Обеднена европием также речная и морская вода. Одновременно отмечается обогащение европием ксенолитов, происхождение которых связано с кимберлитами. Обычное для ксенолитов нижней коры обогащение европием свидетельствует о существенном обогащении этим элементом их источника. Предполагается, что нижняя кора должна иметь положительную Eu -аномалию ($Eu/Eu^* > 1$). Очевидно, что верхняя континентальная кора должна иметь Eu -минимум, что обусловлено балансом масс (комплементарное распределение европия) [9,11].

Работа ставит своей целью объяснение встречающихся аномалий европия в породах осадочного чехла платформы (в пределах Воронежской антеклизы), а также в метаосадочных породах фундамента. Для решения поставленной задачи рассмотрено распределение редкоземельных элементов в осадочных породах и диагенетических образованиях фанерозоя и метаосадочных породах нижнего протерозоя. Объектом изучения являются глинистые и терригенно-глинистые породы среднего-верхнего девона и средней юры, фосфориты сеноманского яруса верхнего мела, пески альбского и сеноманского ярусов, конкреции пирита-марказита (нижний карбон, средняя юра, мел, антропоген), пространственно приуроченные к различным структурам фундамента (разрывные нарушения первых порядков, участки крупных жестких блоков за пределами нарушений).

Редкоземельные элементы определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) в лаборатории ИГЕМ РАН. В изучаемых породах фанерозоя (глины, пески, фосфориты) при близких условиях осадкообразования (стратиграфический интервал, фациальные обстановки, литологический тип отложений) отмечаются различия в ΣREE и Eu/Eu^* (табл. 1), что связано с

пространственным расположением осадочных образований по отношению к крупным разрывным структурам фундамента (Ливенско-Богучарская шовная зона, Марковский разлом и другие разломы первых порядков фундамента антеклизы). Европий в условиях повышенной проницаемости коры (области развития долгоживущих разломов) образует высокие содержания в осадочных породах за счет вещества флюидов глубинного происхождения. Источником поступления европия в литифицированные породы и осадки является европий нижнекоревых или мантийных пород, характеризующихся положительной европиевой аномалией [12]. Миграция европия происходит в виде комплексных соединений с карбонат-ионом или гидроксидом флюидной фазы, а также соединений с железом (отмечается увеличение восстановленности железа во флюидной фазе, что способствует накоплению европия в виде двухвалентных соединений). Возможность перераспределения REE в результате образования комплексных соединений доказана для низкотемпературных процессов и высокотемпературного метасоматоза [7,13,14]. Увеличение Eu/Eu^* в осадочных породах совпадает с общим повышением ΣREE (табл. 1), увеличением содержаний высокоподвижных (Hg, Te, Tl, Sb, As), халькофильных и самородных элементов в связи с их повышенной миграционной способностью в составе флюидных фаз [7,15].

Геохимия диагенетических минералов железа сложнее, характеризуется сорбционным характером входящих в них лантаноидов [16] и испытывает влияние состава вмещающих пород [17]. При изучении поведения элементов в конкрециях железа отмечается закономерность: конкреции, пространственно приуроченные к Ливенско-Богучарской шовной зоне более разнообразны по содержанию микроэлементов [17] и имеют более высокие значения ΣREE , чем развитые в пределах малопроницаемых для флюидов жестких блоков фундамента (табл. 2). Высокие содержания европия обусловлены его средоточием с минералами железа, являются их реакцией на изменение окислительно-восстановительных условий среды (переход трехвалентных катионов железа и связанного с ними европия в двухвалентные, с последующей концентрацией в

Таблица 2

Значение ΣREE и Eu/Eu^* для диагенетических минералов железа в пределах Воронежской антеклизы

Возраст. Место отбора. Кол-во образцов	D ₂₋₃ Павловск 8 обр.	K _{1n} Семилуки 1 обр.	K _{2st} П.Подгоренский 1 обр.	K _{1a} Б.Колдезь 4 обр.	J ₃ Губкин-С.Оскол 6 обр.	K _{1-2a-s} Губкин-С.Оскол 4 обр.	C _{1v} Павловский район 1 обр.	Q Тамбовская обл. 1 обр.
	Ливенско-Богучарская шовная зона				Курский и Воронежский блоки фундамента			
ΣREE	80,86	70,31	159,3	10,85	15,9	19,41	4,02	5,3
Eu/Eu^*_{cp}	1,95	0,96	0,78	18,81	11,72	7,89	1,0	1,39

диагенезе за счет перераспределения вещества в коллоидной фазе). Наиболее высокие значения Eu/Eu^* характерны для марказитов, образованных непосредственно по растительным остаткам (отложения юры и мела) за счет высокой сорбционной способности органического вещества (табл. 2).

Таким образом, аномально высокие содержания европия (Eu/Eu^*) в фанерозойских осадочных породах могут быть образованы за счет следующих факторов: 1) пространственного расположения осадочных комплексов (ярусов, горизонтов, свит) в пределах зон повышенной проницаемости коры (разломов первых порядков), что обеспечивает флюидный массоперенос комплексных соединений европия; 2) геохимическим средством европия с железом; 3) перераспределением вещества в диагенезе при изменении окислительно-восстановительных условий среды осадкообразования.

Метаосадочные породы раннего протерозоя при общем повышенном значении Eu/Eu^* имеют неравномерное распределение европия, что обусловлено как минеральным составом, так и различными геодинамическими обстановками осадконакопления. Для изучения поведения европия рассмотрены различные петрографические типы отложений курской серии нижнего протерозоя в пределах ВКМ (Михайловский, Лебединский и Стойло-Лебединский железорудные карьеры, Белгородское железорудное месторождение, табл. 3). Очевидно, что высокие содержания Eu/Eu^* характерны для железистых кварцитов (наиболее обогащены европием глубоководные разновидности кварцитов магнетит-гематитового состава) и высокоуглеродистые («черные») сланцы верхней коробковской сланцевой подсвиты. Аномально высокое значение Eu/Eu^* в метапесчанике стойленской свиты связано с плагиоклазом, являющимся основным компонентом породы (европий преимущественно накапливается в плагиоклазе) [8].

Для сравнения рассмотрено распределение REE в железистых кварцитах Криворожья [8]. Хорошо заметно относительное обогащение европием ($Eu/Eu^* = 1,0$) пород средней железорудной свиты по отношению к перекрывающим и подстилающим породам. Аномально высокие содержания европия обусловлены преимущественно железорудными прослоями ($Eu/Eu^* = 1,08$), в то время как межруд-

ные сланцы имеют пониженные значения ($Eu/Eu^* = 0,77$). Отмечается, что степень относительного накопления европия в железистых кварцитах увеличивается с уменьшением общей концентрации REE, что характерно и для железистых кварцитов КМА (табл. 3). При изучении докембрийских железорудных месторождений мира [1] прослеживается тенденция обогащения железистых кварцитов европием, что связывается с участием гидротермальных растворов при формировании месторождений железистых кварцитов [18].

Учитывая механизм поступления европия в осадочные породы фанерозоя (комплексные соединения европия глубинного происхождения в пределах влияния долгоживущих разломов), можно предположить, что накопление европия в железистых кварцитах КМА связано не столько с гидротермальной деятельностью (явных следов которой не наблюдается) [1], а с флюидным массопереносом в пределах катагенеза и метаморфизма. Так как железистые кварциты КМА пространственно приурочены к раннепротерозойским подвижным поясам, представляющим собой интеркратонные складчатые структуры и пространственно сопряженные с реактивизированными позднеархейскими зеленокаменными областями, то есть являющиеся рифтогенными по своей природе структурами [19], роль флюидного массопереноса в них была высока [20,21]. Источник флюидов может быть и мантийным и коровым, механизм переноса – гетерогенная смесь, несмешивающаяся с самим флюидом. Положение железистых кварцитов на фаціальном профиле определяется как наиболее глубоководное [22], они образуются на пелагическом конце фаціального профиля в пределах вытянутых грабенообразных впадин, что позволяет исключить влияние обломочного материала (мафических пород, обогащенные европием) [8,23] как источника высоких значений Eu/Eu^* в железистых кварцитах. По мере углубления бассейна при общей пониженной мощности литосферы и ростом толщи осадочных образований происходит утонение коры, приводящее к повышению проницаемости и проникновению глубинных флюидов в образующиеся осадки. Количество и состав флюидов в верхних слоях осадочных пород зависят как от степени раскрытости гидродинамической системы (при больших мощностях осадочных

Таблица 3

Значение ΣREE и Eu/Eu^* для отложений курской серии нижнего протерозоя в пределах ВКМ

Место отбора	Михайловский железорудный карьер		Лебединский железорудный карьер					Стойло-Лебединский карьер	Белгородское м-ние		
	Верхняя стойленская свита	Нижняя коробковская сланцевая подсвета	Стойленская свита		Коробковская свита			Нижняя коробковская сланцевая подсвета			
Стратиграфическое подразделение	Верхняя подсвета	Нижняя подсвета	Верхняя подсвета	Нижняя подсвета	Верхняя железорудная подсвета	Нижняя сланцевая подсвета	Верхняя железорудная подсвета	Верхняя сланцевая подсвета			
Тип пород	Сланцы	Сланцы	Сланцы	Сланцы	Сланцы	Сланцы	Железистые кварциты	Сланцы			
Количество образцов	3	2	4	3	1	3	5	4	3	5	
ΣREE ср. г/т	132,6	80,38	155,6	191,7	231,4	82,78	41,0	20,9	16,1	247,9	
Eu/Eu^* ср	0,96	1,16	0,56	1,4	2,07	1,19	0,86	1,67	1,7	0,79	
Eu/Eu^* min	1,16	1,29	0,2	1,26		0,73	0,44	1,15	0,65	0,65	
Eu/Eu^* max	1,05	1,23	0,82	1,48		1,43	1,84	1,94	2,51	0,79	
											222
											0,83
											0,76
											0,88
											263,7
											0,74
											0,70
											0,79

толщ происходит вовлечение катагенетической воды, образованной за счет элизионных процессов), так и от повышения проницаемости коры за счет ее растяжения. Отчетливо видно (табл. 3), что наиболее высокие содержания европия приходятся на среднюю и верхнюю части железорудных подсвет, то есть на максимумы трансгрессии, соответствующие по всей видимости наибольшему утонению коры и повышению ее проницаемости, при одновременном уменьшении ΣREE в связи с ростом глубины бассейна и удаленности от береговой линии, приводящим к уменьшению поступления редких земель за счет выветривания пород суши.

Предположение о биохимической природе высокого содержания европия в железистых кварцитах [8] сомнительно, так органическое вещество оказывает влияние на формирование рудных концентраций элементов преимущественно в прибрежных условиях, но не в глубоководных, где образовалась основная масса железистых кварцитов. Высокие значения Eu/Eu^* в черных сланцах верхней коробковской подсветы объясняются более мелководными условиями формирования отложений по сравнению с нижней сланцевой подсветой за счет активной биологической деятельности палеобассейна в условиях мелководного шельфа [24].

Выводы: изучение поведения европия в осадочном процессе объясняет происхождение геохимических аномалий REE, имеет практическое значение для определения зон эндогенной активности, по которым происходит поступление компонентов в чехол платформ, что особенно важно поскольку прямых признаков проявления восходящих флюидных потоков пока явно недостаточно [20].

ЛИТЕРАТУРА

1. Холодов В.Н., Бутузова Г.Ю. Проблемы геохимии железа и фосфора в докембрии // Литология и полезные ископаемые. - 2001. - №4. - С.339 – 352.
2. Гурвич Е.Г. Металлоносные осадки Мирового океана. - М., 1998. - 340 с.
3. Дубинин А.В., Свальнов В.Н. Геохимия редкоземельных элементов в микро- и макроконкрециях биопродуктивной зоны Тихого океана // Литология и полезные ископаемые. - 2000. - №1. - С.25 – 39.
4. Бутузова Г.Ю. Гидротермальное осадочное рудообразование в рифтовой зоне Красного моря. - М., 1998. - 311 с.
5. Джан Б.-М., Чжан З.-К. Радиометрический возраст (Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb) и геохимия редкоземельных элементов в архейских гранулитовых гнейсах восточной части провинции Хэбэй, Китай // Геохимия архея. - М., 1987. - С.250- 284.
6. Лисицын А.Н. Современные гидротермальные системы Мирового океана // Смирновский сборник.-М., 2000. - С. 32 – 76.
7. Ронов А.Б., Мигдисов А.А., Лобач-Жученко С.Б. Проблемы эволюции химического состава осадочных пород и региональный метаморфизм // Геохимия. - 1977. - №2. - С.163 – 186.
8. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. - М., 1976. - 267 с.

9. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. - М., 1988. - 384 с.
10. Балашов Ю.А. Изотопно-геохимическая эволюция мантии и Земли. - М., 1985. - 224 с.
11. Мак-Леннан С.М., Тейлор С.Р. Архейские осадочные породы и их соотношения с составом архейской континентальной коры // Геохимия архея. -М., 1987. - С. 68 - 97.
12. Венке Х., Дрейбус Г., Ягоуц Э. Химия мантии и история аккреции Земли // Геохимия архея. -М., 1987. - С. 13 - 41.
13. Летников Ф.А. Флюидные фации континентальной литосферы и проблемы рудообразования // Смирновский сборник. - М., 1999. - С. 63 - 98.
14. Летников Ф.А., Казанский В.И. К проблеме вертикальной зональности и рудоносности глубинных разломов докембрия // Геология рудных месторождений. - 1991. - №2. - С. 15 - 24.
15. Шатров В.А., Войцеховский Г.В., Зеленская А.Н. Новые данные по распределению редкоземельных и малых элементов в сеноманских фосфоритах Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун - та. Сер. геол. - 2000. - № 3(9). -С. 95 - 101.
16. Сиротин В.И., Бугельский Ю.Ю., Новиков В.М., Слукин А.Д. Особенности изотопии серы, поведения лантаноидов и микроэлементов в пиритах и марказитах Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 2000. - № 5 (10). - С. 47 - 52.
17. Шатров В.А., Сиротин В.И., Бугельский Ю.Ю. и др. Редкоземельные и малые элементы в железистых конкрециях как индикаторы геодинамических обстановок осадконакопления // Матер. междунар. конф. "Современная геодинамика, глубинное строение и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов". -Воронеж, 2001. -С. 214 - 215.
18. Гровс Д.И., Бэтт У.Д. Пространственные и временные вариации архейских металлогенических ассоциаций как отражение эволюции гранитоидно-зеленокаменных областей на примере Западно-Австралийского щита // Геохимия архея. -М., 1987. - С. 98 - 129.
19. Чернышов Н.М. Природа углерода и рудного вещества золото-платинометалльных рудообразующих систем в черносланцевых стратифицированных образованиях ВКМ // Вестн. Воронеж. ун - та. Сер. геол. - 2001. - № 12. -С.149-153.
20. Колокольцев В.Г. Блочные метасоматиты в осадочных толщах и их диагностика. - СПб., 1999. - 96 с.
21. Соколов Б.А., Старостин В.И. Флюидодинамическая концепция формирования месторождений полезных ископаемых (металлических и углеводородных) // Смирновский сборник. - М., 1997. - С. 100 - 147.
22. Плаксенко Н.А. Главнейшие закономерности железорудного осадконакопления в докембрии. -Воронеж, 1966. - 264 с.
23. Щипакина И.Г. Распределение редкоземельных элементов в метатерригенных породах кейвской серии Кольского полуострова // Геохимия.- 1994.- № 1.- С.149 - 155.
24. Зеленская А.Н., Шатров В.А., Сиротин В.И. Палеофациальные условия образования сланцев курской серии КМА (по результатам изучения распределения REE) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 1999.- №7. - С. 39-43.

УДК [567.6+568.1]:551.79(47)

НОВЫЕ НАХОДКИ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ В ОПОРНЫХ МУЧКАПСКИХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯХ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА

В.Ю.Ратников

Воронежский государственный университет

Статья информирует о дополнительных сборах остатков земноводных и пресмыкающихся из трёх мучкапских местонахождений. Приводится описание костей *Salamandrella keyserlingii*, *Bombina bombina*, *Pliobatrachus cf. langhae*, *Anguis fragilis*, *Lacerta agilis*, *Natrix cf. natrix*, *Natrix cf. tessellata* из местонахождения Вольная Вершина-3, *Hyla* sp. из местонахождения Кузнецовка, *Bombina cf. variegata*, *Bufo cf. raddei*, *Bufo cf. verrucosissimus*, *Lacerta agilis*, *Elaphe cf. dione*, *Vipera* sp. из местонахождения Козий Овраг. Находка *Hyla* sp. - первая на европейской части России и может принадлежать ископаемому виду.

Известные местонахождения ископаемых фаун, постоянно привлекают особое внимание, связанное с возможностью при дополнительных сборах увеличить наши знания об органическом мире прошлого. Опорные разрезы мучкапского горизонта (Вольная Вершина, Козий Овраг и Кузнецовка), из которых происходят весьма интересные сборы герпетофауны [1-4], также не остались без внимания. В 1999 и 2000 годах нами были осуществлены поиски и отмывка на ситах дополнительных материалов,

которые позволяют существенно дополнить и откорректировать как систематический состав амфибий и рептилий в этих местонахождениях, так и состав мучкапской герпетофауны бассейна Верхнего Дона в целом.

Вольная Вершина

Новые сборы в местонахождении Вольная Вершина осуществлялись в левом борту оврага Вольный, в 50 м ниже по оврагу от опорного разре-