

**Редкие и рассеянные элементы в диктионемовых сланцах Прибалтийского бассейна**

**Научный руководитель – Вялов Владимир Ильич**

*Дю Тимур Александрович*

*Аспирант*

Южный федеральный университет, Институт наук о Земле ЮФУ, Кафедра месторождений полезных ископаемых, Ростов-на-Дону, Россия

*E-mail: dyu.timur94@gmail.com*

Диктионемовые сланцы Прибалтийского палеобассейна представляют собой тонкослоистые аргиллиты от черного до темно-коричневого цвета с содержанием органического вещества от 10 до 15%. Они характеризуются повышенными содержаниями урана, ванадия, рения, молибдена и других редких элементов.

Основная масса органики сложена коллоальгинитом сине-зеленых водорослей, а также остатками граптолита *Dictyonema* в дисперсной смеси с глинистым веществом сланцев.

Минеральная часть сланца представлена кварцем, разной степенью окатанности зерен, калиевыми полевыми шпатами (КПШ) (санидин, редко - микроклин) и редкими включениями кислых плагиоклазов, хлорита, глауконита, апатита, а также карбонатными и фосфатными конкрециями. Из акцессорных минералов встречаются циркон, сфен, эпидот, рутил, монацит. Рудная минерализация в шлифах и аншлифах представлена преимущественно рассеянной вкрапленностью, послойными скоплениями, микропрожилками и микрогнездами разнозернистых скоплений сульфидов железа и реже цинка (рис. 1).

Сульфидная минерализация свидетельствует о восстановительной, богатой органикой среде. Большое количество органики в осадке позволяют развиваться бактериям, которые восстанавливают сульфаты морской воды и выделяют сероводород, реагирующий с железом, что, в конечном итоге ведет к образованию пирита. Стоит сказать, что восстановительная сероводородная среда благоприятна для аккумуляции из придонных вод ряда редких металлов, таких как V, Mo, U, Re, REE и др [1].

Методом масс-спектрометрии (ICP-MS) (672 пробы) был получен элементный состав сланцев. При этом обнаружены промышленные концентрации некоторых редких и рассеянных элементов (рис. 2).

Корреляционный анализ позволил выявить геохимические ассоциации, а также определить приуроченность химических элементов к определенным минеральным формам.

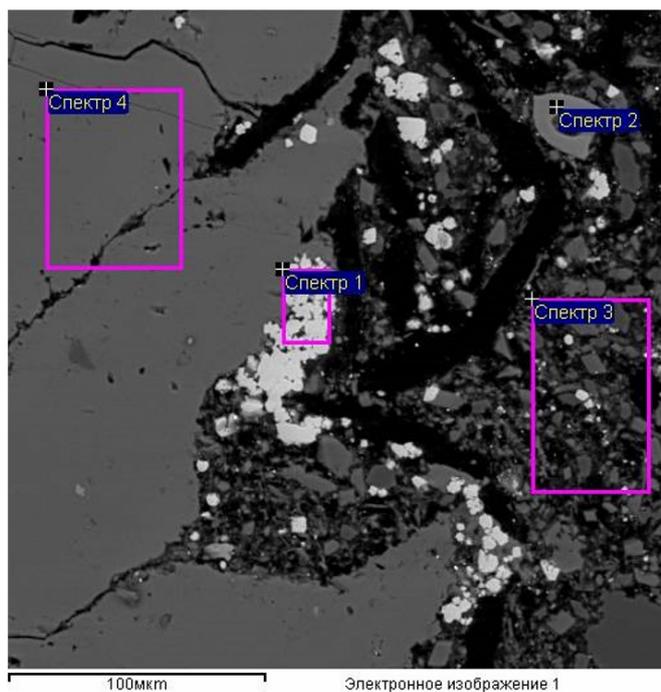
Анализируя корреляционную матрицу (рис. 3) микроэлементов обнаружено, что большинство элементов имеют тесные положительные связи. Это может быть связано с общностью их источника и условий накопления. Редкие и рассеянные металлы образуют геохимические ассоциации, такие как Th-U-REE и Th-Cs-Mo-V-Rb-Re, что может являться полезным поисковым признаком.

Таким образом можно сделать вывод о том, что диктионемовые сланцы являются перспективным комплексным сырьем на спектр разнообразных редких и рассеянных элементов.

**Источники и литература**

- 1) Вялов В.И., Миронов Ю.Б., Неженский И.А. О металлоносности диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. No 5. – С. 19–23.

**Иллюстрации**



**Рис. 1.** Минералы диктионемовых сланцев. Пирит (спектр 1), фтор-апатит (спектр 2), КПШ (спектр 3), кальцит (спектр 4). Удлиненные формы черного цвета - остатки граптолита Dictyonema

Элемент	$x_{cp} \pm \sigma$		min..max		Элемент	$x_{cp} \pm \sigma$		min..max	
Li	15.35	4.93	3.00	34.20	Rb	79.32	21.63	9.00	127.00
Sc	8.00	2.53	0.34	28.30	Sr	70.59	31.45	38.60	414.00
Co	12.29	5.83	1.10	56.90	Zr	115.86	83.46	32.00	366.00
Ni	128.54	62.19	6.00	512.00	Nb	10.55	2.62	0.33	16.50
Cu	68.59	50.25	12.00	263.00	Mo	153.00	108.02	1.70	562.00
Zn	697.36	1560.76	5.00	12900.00	Sn	1.99	1.14	0.20	17.10
Ge	1.72	1.27	0.70	19.20	Cs	3.34	1.17	0.02	7.40
Ag	1.45	0.68	0.00	6.80	Ba	336.80	84.73	91.50	812.00
Sb	6.56	3.47	0.10	23.50	Ta	0.84	0.22	0.02	1.60
Te	0.33	0.26	0.00	1.53	W	12.22	66.38	0.50	1400.00
Re	0.11	0.10	0.01	1.29	Th	10.68	2.40	3.00	17.70
Be	1.82	0.80	0.12	7.30	U	166.31	63.00	7.00	829.00
V	718.80	356.51	14.00	1600.00	ΣРЗЭ+У	265.07	59.88	95.00	724.29
Cr	49.64	18.29	14.20	137.00	МПГ	0.02	0.02	0.00	0.14
Ga	11.62	3.37	1.50	20.40	ТЮ2%	0.55	0.07	0.40	0.77

**Рис. 2.** Элементный состав ДС по результатам масс-спектрометрии в г/т (n=672). Жирным выделены элементы, чьи средние концентрации представляют промышленную ценность.

	Cu	Zn	Sb	Re	V	Rb	Sr	Zn	Mo	Cs	Ta	W	Th	U	REE
Sc	0.37	0.17	0.43	0.34	0.54	0.40	-0.06	-0.13	0.31	0.48	0.23	-0.02	0.48	0.46	0.13
Cu	1.00	0.09	0.52	0.18	0.34	0.08	0.24	-0.15	0.21	0.08	0.17	0.03	0.40	0.28	0.23
Zn	0.09	1.00	0.42	0.19	0.35	0.25	-0.08	0.03	0.37	0.29	0.04	-0.01	0.27	0.26	0.01
Sb	0.52	0.42	1.00	0.50	0.70	0.45	0.07	-0.25	0.70	0.48	0.10	0.10	0.49	0.34	0.04
Re	0.18	0.19	0.50	1.00	0.53	0.47	0.28	-0.07	0.51	0.48	0.25	0.24	0.29	0.24	0.05
V	0.34	0.35	0.70	0.53	1.00	0.79	0.03	-0.06	0.72	0.80	0.50	-0.03	0.76	0.46	0.20
Rb	0.08	0.25	0.45	0.47	0.79	1.00	0.01	0.21	0.67	0.87	0.65	0.08	0.81	0.37	0.23
Sr	0.24	-0.08	0.07	0.28	0.03	0.01	1.00	0.17	-0.11	-0.02	-0.02	0.06	0.02	0.01	0.26
Zn	-0.15	0.03	-0.25	-0.07	-0.06	0.21	0.17	1.00	0.02	0.03	0.32	0.11	0.20	0.07	0.41
Mo	0.21	0.37	0.70	0.51	0.72	0.67	-0.11	0.02	1.00	0.64	0.36	0.11	0.58	0.41	0.11
Cs	0.08	0.29	0.48	0.48	0.80	0.87	-0.02	0.03	0.64	1.00	0.47	0.02	0.70	0.33	0.13
Ta	0.17	0.04	0.10	0.25	0.50	0.65	-0.02	0.32	0.36	0.47	1.00	0.12	0.65	0.37	0.38
W	0.03	-0.01	0.10	0.24	-0.03	0.08	0.06	0.11	0.11	0.02	0.12	1.00	-0.08	-0.07	-0.05
Th	0.40	0.27	0.49	0.29	0.76	0.81	0.02	0.20	0.58	0.70	0.65	-0.08	1.00	0.47	0.52
U	0.28	0.26	0.34	0.24	0.46	0.37	0.01	0.07	0.41	0.33	0.37	-0.07	0.47	1.00	0.44
REE	0.23	0.01	0.04	0.05	0.20	0.23	0.26	0.41	0.11	0.13	0.38	-0.05	0.52	0.44	1.00

**Рис. 3.** Корреляционная матрица микроэлементов (n=672, r=0,21)