КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 549+552.4(571.121)

МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ СЛАНЦЕВ ИЗ ДОЮРСКОГО ОСНОВАНИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

© 2014 г. Ю. В. Ерохин*, В. В. Хиллер*, К. С. Иванов*, С. А. Рыльков**, В. С. Бочкарев***

*Институт геологии и геохимии УрО РАН 620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7 E-mail: erokhin-yu@yandex.ru **Департамент по недропользованию по Уральскому федеральному округу 620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55 E-mail: ural@rosnedra.gov.ru *** Сибирский научно-аналитический центр 620016, г. Тюмень, ул. Пермякова, 46 E-mail: sibnac@sibnac.ru

Поступила в редакцию 05.11.2014 г.

В статье рассмотрен вещественный состав метаморфических сланцев из доюрского фундамента Западно-Яротинской площади, расположенной в Арктической части Западно-Сибирского мегабассейна, в пределах южной части полуострова Ямал. Сланцы образовались в условиях зеленосланцевого метаморфизма по осадочному субстрату и позднее подверглись изменениям в процессе наложенной пропилитизации. В метаморфитах установлен редкий минерал из группы крандаллита – гояцит, который сформировался во время пропилитизации породы.

Ключевые слова: минералогия, метаморфические сланцы, доюрское основание, Ямал.

Исследования геологии Арктики приобрели в последнее время особенную важность, в том числе, в связи с потенциальной нефтегазоносностью этой огромной и пока еще недостаточно изученной территории, а также, вероятно, предстоящим ее разделом между странами. Важнейшим критерием при этом являются, как известно, результаты исследования фундамента осадочных бассейнов Арктики. Полуостров Ямал – главная газовая провинция нашей страны и одно из немногих мест, где кристаллический фундамент пусть и с большим трудом, но доступен для непосредственного изучения. Фундаменты нефтегазоносных провинций остаются пока одними из немногих в той или иной мере перспективных, но недостаточно изученных объектов, причем наиболее перспективны на поиски нефти и газа именно гранитоиды фундаментов и, отчасти, их метаморфическое обрамление [1, 5, 10 и др.].

На Ямале пробурено около 100 структурных и разведочных скважин, вскрывших породы доюрского основания [2]. Интрузивные комплексы, выявлены только на четырех площадях: Бованенковской, Новопортовской, Верхнереченской и Сюнай-Салинской. Вещественный состав гранитоидов из Верхнереченской площади изучался нами достаточно детально, и было, в частности, установлено, что они имеют позднепермский возраст [3, 4]. Западно-Яротинская площадь расположена в пределах южной части полуострова Ямал, непосредственно севернее Верхнереченской площади, т.е. изученная нами скважина № 300 находится примерно в 50 км от Верхнереченской скв. № 1 (рис. 1). В скважине на уровне доюрского основания вскрыты "сиалические" метаморфические сланцы, что позволяет нам рассматривать их как северное обрамление Верхнереченского гранитного плутона.

Западно-Яротинская скважина № 300 на глубине 2762 м вскрыла темно-серые сильно деформированные (смятые в мелкие плойчатые складки) метаморфические сланцы. Химический и микроэлементный состав породы приведен в табл.1. В соответствии с петрохимическими дискриминационными диаграммами [9] можно уверенно говорить, что сланцы сформировались по осадочному субстрату.

Главные минералы, которыми сложены метаморфические сланцы, представлены кварцем, плагиоклазом, карбонатом, слюдой и хлоритом (табл. 2). Из акцессорных минералов в породе отмечаются циркон, апатит, гояцит, а рудная минерализация представлена сульфидами (пирит, сфалерит, галенит и кобальтин) и самородными металлами (медь и серебро).

В сланцах Западно-Яротинской площади плагиоклаз преобладает над кварцем, образует скопления мелких зерен, размером до 200 мкм, и отно-



Рис. 1. Схема расположения скважин, вскрывших палеозой, на полуострове Ямал.

Скважины: 300 – Западно-Яротинская, 1 – Верхнереченская, 11 – Восточно-Бованенковская, 45 – Сюнай-Салинская, 114 – Бованенковская, 215 – Новопортовская.

Fig. 1. Scheme location wells penetrating Paleozoic, the Yamal Peninsula.

Wells: 300 – West-Yarotinskaya, 1 – Verkhnerechenskaya, 11 – East-Bovanenkovskaya, 45 – Syunai-Salinskaya, 114 – Bovanenkovskaya, 215 – Novoportovskaya.

сится к чистому альбиту (содержание СаО не более 0.1 мас. % и K₂O – 0.05 мас. %). Слюда образует бесцветные лейсты до 1-2 мм в длину и относится к мусковиту. Хлорит также слагает самостоятельные лейсты длиной до 1-2 мм, а часто и переслаивается со слюдой, т.е. хлорит кристаллизовался совместно со слюдистым материалом. По составу хлорит относится к чисто глиноземистой разности и является донбасситом. Количество карбоната в породе достаточно велико, примерно до 10-15 об. %, он образует полосовидные скопления, согласные со сланцеватостью породы, или мелкие линзочки. Последние сложены магнезиальным сидеритом (содержит примеси MgO до 16.5 мас. %, CaO – 1.6 мас. % и MnO – 0.5 мас. %), а полосовидные скопления представлены железистым доломитом (с содержанием FeO до 13.6 мас. % и MnO – 1.1 мас. %). Циркон встречается крайне редко, особенно по сравне-

Таблица 1. Химический (вес. %) и микроэлементный (г/т) состав сланцев

 Table 1. Chemical (wt.%) and trace element (ppm) composition schists

$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$				
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	SiO ₂	44.02	Rb	56.32
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	TiO ₂	0.96	Sr	97.32
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Al_2O_3	23.23	Y	13.71
FeO4.96Nb8.63MnO0.13Mo0.30MgO3.42Ag0.16CaO2.35Cd0.04Na2O1.51Sn1.66 K_2O 2.81Sb0.63 P_2O_5 0.13Te0.02п.п.п.11.80Cs2.24сумма100.02Ba325.02Th2.72Hf1.97U1.97Ta0.48Li23.98La8.30Be1.23Ce17.42Sc17.70Pr2.62Ti4194.62Nd11.50V139.55Sm2.73Cr85.99Eu0.64Mn668.54Gd2.74Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Fe_2O_3	4.70	Zr	82.76
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	FeO	4.96	Nb	8.63
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	MnO	0.13	Mo	0.30
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	MgO	3.42	Ag	0.16
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	CaO	2.35	Cd	0.04
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Na ₂ O	1.51	Sn	1.66
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	K_2O	2.81	Sb	0.63
$\Pi.\Pi.\Pi.$ 11.80Cs2.24сумма100.02Ba325.02Th2.72Hf1.97U1.97Ta0.48Li23.98La8.30Be1.23Ce17.42Sc17.70Pr2.62Ti4194.62Nd11.50V139.55Sm2.73Cr85.99Eu0.64Mn668.54Gd2.74Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	P_2O_5	0.13	Те	0.02
сумма100.02Ba325.02Th2.72Hf1.97U1.97Ta0.48Li23.98La8.30Be1.23Ce17.42Sc17.70Pr2.62Ti4194.62Nd11.50V139.55Sm2.73Cr85.99Eu0.64Mn668.54Gd2.74Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	П.П.П.	11.80	Cs	2.24
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	сумма	100.02	Ba	325.02
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Th	2.72	Hf	1.97
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	U	1.97	Та	0.48
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Li	23.98	La	8.30
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Be	1.23	Ce	17.42
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Sc	17.70	Pr	2.62
$\begin{array}{c cccccc} V & 139.55 & Sm & 2.73 \\ Cr & 85.99 & Eu & 0.64 \\ Mn & 668.54 & Gd & 2.74 \\ Co & 17.27 & Tb & 0.36 \\ Ni & 37.80 & Dy & 2.21 \\ Cu & 40.53 & Ho & 0.46 \\ Zn & 83.66 & Er & 1.36 \\ Ga & 19.13 & Tm & 0.19 \\ Ge & 0.99 & Yb & 1.23 \\ Pb & 6.49 & Lu & 0.18 \\ Bi & 0.11 & W & 0.87 \\ \end{array}$	Ti	4194.62	Nd	11.50
Cr85.99Eu0.64Mn668.54Gd2.74Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	V	139.55	Sm	2.73
Mn668.54Gd2.74Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Cr	85.99	Eu	0.64
Co17.27Tb0.36Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Mn	668.54	Gd	2.74
Ni37.80Dy2.21Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Co	17.27	Tb	0.36
Cu40.53Ho0.46Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Ni	37.80	Dy	2.21
Zn83.66Er1.36Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Cu	40.53	Ho	0.46
Ga19.13Tm0.19Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Zn	83.66	Er	1.36
Ge0.99Yb1.23Pb6.49Lu0.18Bi0.11W0.87	Ga	19.13	Tm	0.19
Pb 6.49 Lu 0.18 Bi 0.11 W 0.87	Ge	0.99	Yb	1.23
Bi 0.11 W 0.87	Pb	6.49	Lu	0.18
	Bi	0.11	W	0.87

Примечание: анализы выполнены в лаборатории ФХМИ (ИГГ УрО РАН).

нию с апатитом, который слагает короткопризматические индивиды, размером до 100–150 мкм по удлинению, ориентированные согласно сланцеватости. По составу фосфат кальция уверенно определяется как фторапатит (содержит до 2.8 мас. % фтора). Хлор в минерале не обнаружен – пересчет показывает 75% минала фторапатита и 25% гидроксилапатита. Из других фосфатов в сланце установлен гояцит, который тяготеет к скоплениям апатита и даже обрастает их.

Самородные металлы (медь и серебро) образуют редкую вкрапленность, размером до 1–2 мкм, и не содержат каких-либо примесей. Это же относится и к галениту, он очень мелкий и без примесей. Пирит также не содержит каких-либо примесей, но, как и сфалерит, слагает более крупные зерна размером до 300 мкм. При этом сфалерит характеризуется небольшим присутствием железа до 1.2 мас. %. Изредка в сланцах отмечаются редкие отдельные зерна кобальтина, размером до 10–15 мкм, содержащие небольшую примесь железа (до 4.3 мас. %) и никеля (до 4.9 мас. %). Ранее нами уже описывался

Nº	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма
плагиоклаз											
1	68.77	-	18.83	0.04	0.03	-	-	0.07	11.66	0.04	99.45
2	68.58	-	19.04	-	0.04	0.02	_	0.03	11.75	0.04	99.50
3	68.79	0.10	18.50	-	0.11	0.01	_	0.05	12.05	0.05	99.67
4	68.30	0.09	18.69	_	0.06	-	-	0.07	11.91	0.05	99.18
слюда											
5	49.35	0.38	33.59	0.14	2.12	0.04	1.81	0.01	0.62	8.99	97.10
6	50.29	0.21	32.95	0.02	1.93	0.01	1.89	0.02	0.54	9.48	97.42
7	48.71	0.20	36.30	0.14	1.19	-	0.87	0.02	0.61	8.52	96.61
8	47.33	0.48	34.27	0.02	1.89	0.02	1.62	_	0.50	8.96	95.18
9	49.17	0.22	32.22	0.14	2.27	-	2.21	0.01	0.44	9.39	96.13
					XJ	торит					
10	48.39	-	39.71	0.04	0.15	-	0.07	0.05	0.01	0.03	88.45
11	47.68	0.06	39.40	0.04	0.18	0.01	0.05	0.05	0.01	0.02	87.59
12	48.56	0.20	39.70	0.11	0.16	-	0.03	0.04	0.01	0.02	88.90
13	47.65	0.06	38.64	0.03	0.17	-	0.05	0.03	0.03	0.03	86.77
14	49.05	0.27	39.08	0.11	0.18	-	0.01	0.03	0.01	0.01	88.75
сидерит											
15	0.42	0.17	0.57	0.03	39.44	0.46	16.31	1.59	0.11	0.01	59.09
16	0.46	-	0.48	0.09	40.56	0.38	16.50	0.81	0.06	0.02	59.38
ДОЛОМИТ											
17	0.02	-	0.37		12.02	1.05	13.96	27.51	0.12	0.01	55.14
18	0.02	-	0.29	0.01	13.62	1.07	11.38	27.75	0.11	_	54.25

Таблица 2. Химический состав (мас. %) минералов из сланцев **Table 2.** Chemical composition (wt. %) of minerals from schists

Примечание: здесь и в табл. 3 анализы выполнены на микроанализаторе Cameca SX 100 (ИГГ УрО РАН, аналитик В.В. Хиллер).



Рис. 2. Индивиды апатита (Ар) обрастающие более поздними скоплениями гояцита (Goy) в матрице сланца Западно-Яротинской площади.

Снимок BSE, Cameca SX 100.

Fig. 2. Grains of apatite (Ap) overgrown by later accumulations goyazite (Goy) in the matrix of schist in West-Yaroto area.

Photo BSE, Cameca SX 100.

подобный кобальтин из кварц-серицитовых сланцев доюрского фундамента Шаимского нефтегазоносного района [8], которые слагают метаморфическое обрамление вокруг зональных монцодиоритгранитных массивов.

В целом, минеральный состав кварц-плагиоклаз-слюдисто-хлоритовых сланцев говорит об их образовании в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма по осадочному субстрату. Появление вторичных карбонатных агрегатов и широкого спектра сульфидной минерализации с металлами указывает на проработку данных сланцев более поздними низкотемпературными растворами с образованием наложенной пропилитизации. Именно с процессом пропилитизации, как мы думаем, и связано образование такого необычного и редкого минерала как гояцит.

Гояцит образует мелкие слабо удлиненные зерна и скопления, размером до 50 мкм, в матрице метаморфического сланца. Интересно, что встречается этот минерал рядом с выделениями фторапатита, иногда даже образуя крустификационные корочки на индивидах фосфата кальция (рис. 2). По данным микрозондового анализа (табл. 3), минерал имеет варьирущий химический состав, но вполне уверенно определяется как гояцит, один из минералов многочисленной группы крандаллита (или плюмбогуммита). По соотношению стронция и редких земель можно выделить два типа данного минерала: более стронциевый и, соответственно, более редкоземельный. Первый тип как раз и обрастает индивиды фторапатита, а второй – встреча-

Элементы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SO ₃	0.22	0.17	0.20	0.20	0.21	0.27	0.34	0.32	0.27
P_2O_5	28.78	29.12	29.08	29.25	28.44	29.37	30.05	29.48	29.85
UO ₂	_	0.01	0.03	0.04	0.04	_	_	0.03	_
ThO ₂	0.22	0.08	0.06	0.18	0.06	0.14	_	0.05	_
SiO ₂	0.78	0.75	0.51	0.22	1.32	0.66	0.29	0.74	0.46
Ce_2O_3	7.43	7.32	7.66	7.01	5.20	5.31	3.84	5.95	5.83
La ₂ O ₃	4.01	3.06	5.22	4.79	3.78	2.06	2.31	2.43	1.71
Nd ₂ O ₃	2.82	2.54	2.68	2.44	0.86	2.37	1.46	3.51	3.02
Pr ₂ O ₃	0.75	0.79	1.75	0.59	1.06	0.65	0.04	1.78	0.85
Al ₂ O ₃	30.71	30.98	30.49	30.29	31.09	31.19	31.78	30.41	31.25
SrO	8.93	8.65	9.04	9.28	13.66	12.63	13.82	11.99	12.87
BaO	1.01	1.29	1.03	0.87	0.93	1.15	1.34	0.82	1.53
CaO	0.74	0.83	0.78	1.78	1.02	1.29	1.11	0.62	0.86
Сумма	86.40	85.59	88.43	86.94	87.67	87.09	86.38	88.13	88.50
		Φ	ормульные	единицы на	а 10 атомов	кислорода			
S ⁶⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
P ⁵⁺	1.86	1.88	1.86	1.88	1.82	1.87	1.90	1.88	1.88
Th ⁴⁺	0.01	_	_	_	_	_	_	_	_
Si ⁴⁺	0.06	0.06	0.04	0.02	0.10	0.05	0.02	0.06	0.03
Ce ³⁺	0.21	0.21	0.21	0.19	0.14	0.15	0.11	0.16	0.16
La ³⁺	0.11	0.09	0.15	0.13	0.11	0.06	0.06	0.07	0.05
Nd ³⁺	0.08	0.07	0.07	0.07	0.02	0.06	0.04	0.09	0.08
Pr^{3+}	0.02	0.02	0.05	0.02	0.03	0.02	_	0.05	0.02
Al ³⁺	2.77	2.78	2.72	2.71	2.78	2.76	2.79	2.70	2.74
Sr ²⁺	0.40	0.38	0.40	0.41	0.60	0.55	0.60	0.52	0.56
Ba ²⁺	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05
Ca ²⁺	0.06	0.07	0.06	0.14	0.08	0.10	0.09	0.05	0.07

Таблица 3. Химический состав (мас. %) гояцита из сланцев Table 3. Chemical composition (wt. %) of goyazite from schists

Примечание. Фтор и хлор в минерале не обнаружены.

ется в виде самостоятельных выделений в матрице сланца. В наиболее редкоземельном гояците содержание РЗЭ достигает 17.2 мас. % (табл. 3, ан. 3) или до 49% минала общего флоренсита (т.е. на долю цериевого флоренсита приходится 22%, лантанового – 15%, ниодимового – 7% и гипотетического празеодимового – 5%), а собственно минал гояцита составляет 42%, крандаллита – 6% и горсейксита – 3%. В наиболее стронциевом гояците содержание РЗЭ не превышает 7.7 мас. % (табл. 3, ан. 7) или до 22% минала общего флоренсита (т.е. на долю цериевого флоренсита приходится 12%, лантанового – 6% и ниодимового – 4%), а собственно минал гояцита составляет 64%, крандаллита – 10% и горсейксита – 4%.

В целом, гояцит из Западно-Яротинской площади имеет сложный химический состав и обогащен редкими землями. Необходимые компоненты для кристаллизации гояцита могли быть получены за счет разложения и перекристаллизации полевых шпатов (источники стронция, бария и алюминия), а также монацита (редкие земли и фосфор). Исходя из литературных данных, гояцит отмечался в гранитных пегматитах, карбонатитах, аргиллитизированных вулканических туфах, вторичных кварцитах и гидротермальных образованиях. Так, он опи-

ЛИТОСФЕРА № 5 2014

сан как гидротермальный минерал в меловых каолиновых глинах близ г. Денвер (шт. Колорадо), где его содержание достигает 15 об. % [12] и в некоторых карбонатитах Африки [11]. В России гояцит упоминался в доломитовых карбонатитах Ковдора [7] и в силлиманитсодержащих сланцах, залегающих в гнейсах Западного Забайкалья [6].

Таким образом, мы изучили вещественный состав метаморфических сланцев из доюрского фундамента Западно-Яротинской площади, расположенной в Арктической части Западно-Сибирского мегабассейна, в пределах южной части полуострова Ямал. Сланцы образовались в условиях зеленосланцевого метаморфизма по осадочному субстрату и позднее подверглись изменениям в процессе наложенной пропилитизации. Кроме того, в метаморфитах установлен редкий минерал из группы крандаллита – гояцит, который сформировался в процессе пропилитизации породы.

Исследования проводятся при поддержке Программы Президиума РАН "Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны РФ" в рамках работ по проекту "Фундамент северной части Западно-Сибирского мегабассейна...".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арешев Е.Г., Гаврилов В.П., Донг Ч.Л., Зао Н., Попов О.К., Поспелов В.В., Шан Н.Т., Шнип О.А. Геология и нефтегазоносность фундамента Зондского шельфа. М.: Нефть и газ, 1997. 288 с.
- 2. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Лукомская К.Г. Складчатый фундамент полуострова Ямал // Горные ведомости. 2010. № 8 (75). С. 6–35.
- 3. Вотяков С.Л., Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Хиллер В.В., Бочкарев В.С., Захаров А.В., Коротков С.А. Вещественный состав и химическое микрозондовое Th-U-Pb датирование гранитов из фундамента полуострова Ямал // Литосфера. 2013. № 3. С. 57–66.
- 4. Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Бочкарев В.С., Сергеев С.А., Шокальский С.П. Изотопное U-Pb-датирование гранитов из фундамента Ямала // Горные ведомости. 2012. № 11 (102). С. 26–34.
- Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Пономарев В.С., Федоров Ю.Н., Кормильцев В.В., Клец А.Г., Сажнова И.А. Гранитоидные комплексы фундамента Западной Сибири // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ФГУП "ЗапСибНИИГГ", 2007. С. 49–56.
- 6. Избродин И.А., Рипп Г.С., Карманов Н.С. Сульфатсодержащий апатит Кяхтинского силлиманитового месторождения (Западное Забайкалье) // Записки

РМО. 2006. Ч. 135, вып. 2. С. 71-82.

- Лиферович Р.П., Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Богданова А.Н. Гояцит из доломитовых карбонатитов Ковдорского массива // Записки ВМО. 1997. Ч. 126, вып. 5. С. 56–63.
- Пономарев В.С., Ерохин Ю.В., Хиллер В.В. Кобальтовая сульфоарсенидная минерализация из "гранитосланцевой оси" Шаимского района (Западная Сибирь) // Вестник Уральского отделения РМО. 2010. № 7. С. 131–134.
- Скляров Е.В., Гладкочуб Д.П., Донская Т.В., Иванов А.В., Летникова Е.Ф., Миронов А.Г., Бараш И.Г., Буланов В.А., Сизых А.И. Интерпретация геохимических данных. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
- Федоров Ю.Н., Иванов К.С., Садыков М.Р., Печеркин М.Ф., Криночкин В.Г., Захаров С.Г., Краснобаев А.А., Ерохин Ю.В. Строение и перспективы нефтегазоносности доюрского комплекса территории ХМАО: новые подходы и методы // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2004. Т. 1. С. 79–90.
- McKie D. Goyazite and florencite from two African carbonatites // Mineral. Mag. 1962. V. 33. P. 281–297.
- Triplehorn D.M., Bohor B.F. Goyazite in kaolinitic altered tuff beds of Cretaceous age near Denver, Colorado // Clays and Clay Minerals. 1983. V. 31, № 4. P. 299–304.

Рецензент В.А. Коротеев

Mineralogy of metamorphic schist of pre-Jurassic basement the Yamal Peninsula southern part

Yu. V. Erokhin*, V. V. Khiller*, K. S. Ivanov*, S. A. Rilkov**, V. S. Bochkarev***

*Institute of the Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS **Department of mineral resources in the Urals Federal District ***Siberian scientific-analytical centre

The article describes the material composition of metamorphic schist of the pre-Jurassic basement of the West-Yaroto area, located in the Arctic part of the West Siberian megabasin within the southern part of the Yamal Peninsula. Schists formed under greenschist metamorphism on sediment substrate and later were changed in the process of applying propylitization. In metamorphic rocks was recognized rare mineral goyazite from the group crandallite formed during propylitization rock.

Key words: mineralogy, metamorphic schists, pre-Jurassic basement, Yamal.