

УДК 551.35+551.762 (571.1)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОЧНИКОВ СНОСА ВЕРХНЕЮРСКИХ ПЕСЧАНИКОВ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2014 г. К. С. Иванов, Ю. В. Ерохин, В. Ф. Панов,
В. А. Савенко, Ю. Н. Федоров

Представлено академиком В.А. Коротеевым 19.03.2013 г.

Поступило 11.03.2013 г.

DOI: 10.7868/S0869565214150134

Расположенный на западе Западно-Сибирского мегабассейна Шаимский район — наиболее изученный в пределах этого огромного и очень важного для России региона. Кристаллический фундамент здесь залегает сравнительно неглубоко (1.5–2.2 км). Было проведено [1] его комплексное геолого-геофизическое изучение и составлена геологическая карта масштаба 1:200000 доюрского основания. Ее фрагмент представлен на рис. 1. Здесь закартированы две крупные структуры: Даниловский грабен, сложенный преимущественно кайнотипными базальтами и реже триасовыми риолитами, и Шаимско-Кузнецовский мегантиклинорий, представленный цепочкой позднекаменноугольно-раннепермских монцодиорит-граносиенитовых массивов и их метаморфическим сланцевым обрамлением (известный также как “гранито-сланцевая ось”). Непосредственно на доюрском основании залегает верхнеюрская вогулкинская толща, сложенная преимущественно песчаниками. В пределах Даниловского грабена эта толща вскрыта скважинами на Тальниковой, Сыморьяхской, Даниловской и Северо-Даниловской площадях, где залегает на триасовых риолит-базальтовых комплексах. На территории “гранито-сланцевой оси” эти же осадки встречаются на Толумской, Тетеревской, Мортымья-Тетеревской и Трехозерной площадях. В данной работе мы приводим выборку химических и геохимических анализов только с Даниловской, Тальниковой, Тетеревской и Трехозерной площадей.

Вогулкинскую толщу, развитую в западных районах Западной Сибири, слагают главным образом песчаники (в том числе глауконитовые), а

также гравелиты, конгломераты, реже аргиллиты, известковистые песчаники и органично-обломочные известняки, практически не встречающиеся в других толщах осадочного чехла Западной Сибири [2]. Мощность вогулкинской толщи до 70 м. Она нефтесодержащая и фациально замещается аргиллитами абалакской свиты.

Визуально песчаники вогулкинской толщи из разных районов практически неотличимы друг от друга: светло-серые до коричневатых, почти всегда мелкозернистые с глинисто-карбонатным цементом. Минералогию песчаников вогулкинской толщи мы рассмотрели на примере ее распространения в районе “гранито-сланцевой оси”. Они сложены обломками кварца и плагиоклаза; цемент глинисто-карбонатный. Карбонат преобладает и по составу относится к кальциту с примесью MgO до 1.07 и FeO до 0.79 мас. %; количество карбоната иногда достигает 50–60%, что позволяет относить породы к песчанистым известнякам. Среди второстепенных и аксессуарных минералов отмечены глауконит, слюда, плагиоклаз, рутил, пирит, турмалин. Кварц образует изометричные зерна до 1 мм. Альбит слагает таблитчатые индивиды размером в доли миллиметра. Слюда часто образует отдельные лейсты и скопления, обычно деформированные. По составу она относится к ряду мусковит–алюмоселадонит (большая часть анализов попадает в поле мусковита) и содержит до 6% парагонитового минала. Турмалин характеризуется единичными хорошо образованными призматическими зернами до 0.5 мм, его химический состав соответствует дравиту (48–50% минала) с высоким содержанием фойтита и магнезиофойтита в сумме до 30–35%, оленита до 12% и увита до 10%. Рутил не содержит примесей и с краев иногда замещается титанитом.

В целом данный состав минералов из песчаников и песчанистых известняков вогулкинской толщи практически полностью соответствует их

*Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Уральского отделения Российской Академии наук,
Екатеринбург
ООО “КогалымНИПИнефть”, Тюмень*

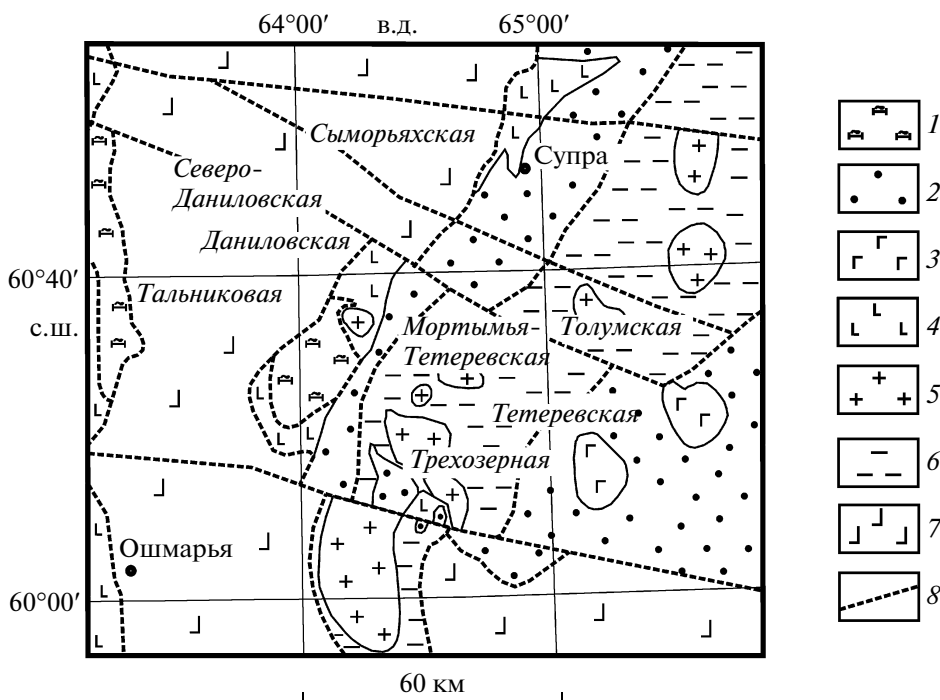


Рис. 1. Схема расположения изученных площадей на доюрском фундаменте Шаимского нефтегазоносного района. 1 – серпентинизированные ультрабазиты; 2 – терригенно-сланцевая формация карбона; 3 – габбро; 4 – вулканогенно-осадочные толщи девона; 5 – гранитоиды; 6 – гнейсы и сланцы; 7 – риолит-базальтовые комплексы триаса; 8 – тектонические нарушения. Курсив – нефтеразведочные площади. Прямой шрифт – населенные пункты.

аналогам из метаморфических пород. Так, для сланцев из метаморфического обрамления гранитных массивов Шаимского района характерны слюда, кварц, альбит, хлорит, карбонат, сульфиды,

турмалин [3]. Это хорошо видно на примере турмалина, присутствующего в метаморфических сланцах из “гранито-сланцевой оси” и обломочном материале песчаников вогулкинской толщи.

Таблица 1. Химический состав (мас. %) турмалинов из метаморфических сланцев и песчаников вогулкинской толщи Шаимского района

Компонент	Метаморфические сланцы					Песчаники				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	35.69	35.90	37.88	36.32	35.96	36.76	36.91	36.43	37.14	36.59
TiO ₂	0.84	0.84	0.70	0.79	0.55	—	0.88	0.70	—	1.05
Al ₂ O ₃	30.76	29.94	30.96	29.33	31.43	31.23	30.70	29.24	29.81	30.18
Cr ₂ O ₃	0.29	0.32	0.11	0.14	0.16	—	—	0.73	0.83	1.06
FeO	6.04	6.01	6.13	6.18	6.18	5.45	6.48	5.54	5.69	6.72
V ₂ O ₅	0.11	0.09	0.09	0.09	0.07	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
MgO	7.97	7.89	8.21	8.57	9.03	9.47	7.76	7.91	8.08	7.46
CaO	0.52	0.57	0.21	0.07	0.42	1.28	0.41	0.84	1.02	0.93
Na ₂ O	2.43	2.51	2.55	2.65	2.70	2.00	2.04	2.48	2.22	2.23
B ₂ O ₃ *	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89	10.89
H ₂ O*	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76
Сумма	99.30	98.72	101.49	98.79	101.15	100.84	99.84	98.50	99.44	100.86

Примечание. Ан. 1–5 – ИГГ УрО РАН, прибор JXA-5, аналитик Л.К. Воронина; ан. 6–10 – ИМин УрО РАН, JXA-733, аналитик Е.И. Чурин; Н.о. – не определялся; * – теоретическое содержание В и H₂O в дравите; фтор не обнаружен.

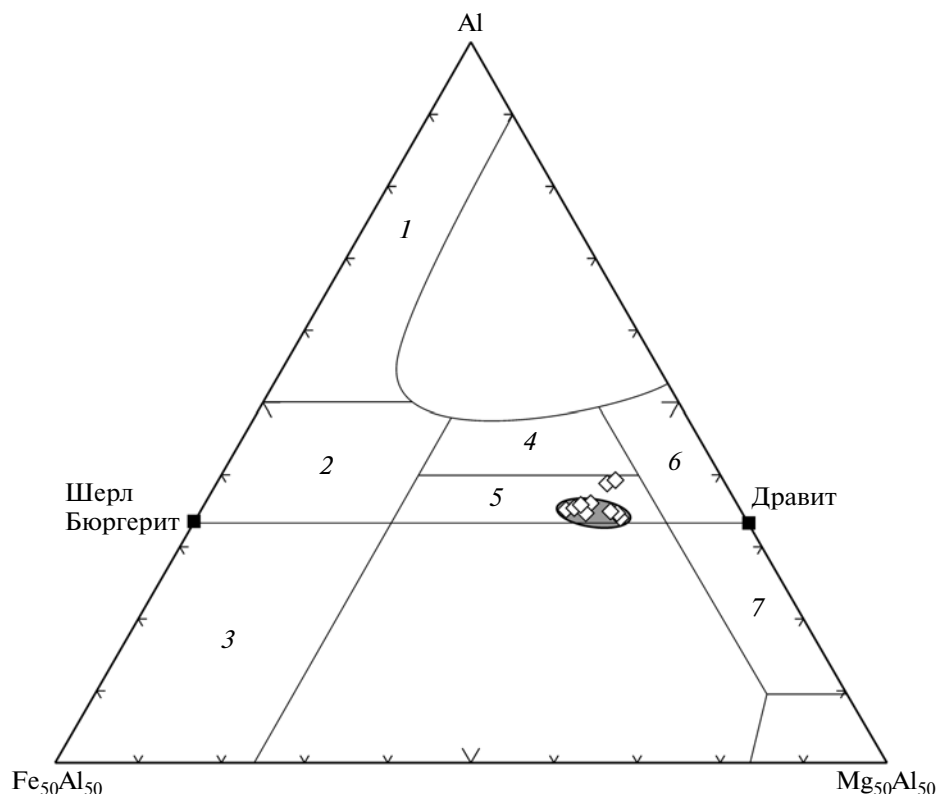


Рис. 2. Петрогенетическая диаграмма $Al-Fe_{50}Al_{50}-Mg_{50}Al_{50}$ для турмалинов. Поля на диаграмме по [4]; ромбиками обозначены дравиты из песчаников вогулкинской толщи, полем показаны составы дравитов из метаморфитов “гранито-сланцевой оси” Шаимского района. Поля составов турмалинов: 1 – богатые Li гранитоиды в ассоциации с аплитами и пегматитами; 2 – бедные Li гранитоиды в ассоциации с аплитами и пегматитами; 3 – богатые Fe кварц-турмалиновые породы и гидротермально-измененные граниты; 4 – метапелиты и метапсаммиты, насыщенные глиноземом; 5 – метапелиты и метапсаммиты, бедные глиноземом; 6 – ультрамафиты, низкокальциевые и богатые Sr, V метаосадки; 7 – метакarbonate, метапироксениты.

Химический состав аксессуарных турмалинов из этих пород приведен в табл. 1. Для сравнения турмалинов мы использовали известную петрогенетическую диаграмму $Al-Fe_{50}Al_{50}-Mg_{50}Al_{50}$ [4]. На ней анализы вогулкинских боросиликатов ложатся точно в поле турмалинов из метаморфических сланцев “гранито-сланцевой оси” (рис. 2), что говорит об идентичности этих турмалинов. При этом все они попадают в область метапелитов и метапсаммитов, бедных глиноземом. Вероятно, турмалин образовался при метаморфизме низкоглиноземистых осадков под воздействием позднекарбонатовых–раннепермских гранитных интрузий [5], а уже в юрское время метаморфические толщи размывались с образованием осадков вогулкинской толщи, обогащенных турмалином.

Таким образом, состав кластических минералов показывает, что субстратом для формирования обломочной составляющей песчаников вогулкинской толщи послужили преимущественно нижележащие комплексы “гранито-сланцевой оси” Шаимского района. Аутигенный глауконит и большое количество органических остатков

свидетельствуют об их формировании в мелководных прибрежно-морских условиях.

Химические составы пород вогулкинской толщи приведены в табл. 2. Их анализ показывает большой разброс по содержанию основных петрогенных компонентов. Такие вариации химического состава песчаников вызваны изменчивым содержанием карбоната и глины в цементе пород. В пределах “гранито-сланцевой оси” осадки обогащены карбонатным цементом и образуют тренд от нормальных глауконитовых песчаников к песчанистым известнякам. При этом большая часть осадков попадает в область известковистых песчаников. В пределах Даниловского грабена все наоборот, и в песчаниках вогулкинской толщи преобладает глинистый (каолиновый) цемент. На классификационной диаграмме [6] осадки образуют тренд от аркозов к глинистым сланцам.

В последнее время при анализе источников накопления осадочных комплексов все более широкое применение находят разнообразные геохимические методы [7–10], поскольку осадочные толщи в значительной мере наследуют особенно-

Таблица 2. Химический (мас. %) и микроэлементный (г/т) составы пород вогулгинской толщи в пределах Шаимского района

Компо- нент	Даниловский грабен					“Гранито-сланцевая ось”				
SiO ₂	50.00	37.00	66.05	78.55	55.00	63.48	71.72	48.30	59.68	53.67
Al ₂ O ₃	21.80	15.00	18.03	11.85	23.80	9.13	9.63	5.26	9.99	6.89
Fe ₂ O ₃	2.40	17.30	2.10	0.70	2.10	2.25	1.00	0.35	0.90	2.60
FeO	6.50	4.70	3.10	0.46	3.40	1.31	1.47	2.00	10.85	0.40
MgO	1.46	1.90	1.06	0.34	1.19	2.24	1.64	1.00	1.85	2.66
CaO	0.35	2.00	0.23	0.16	0.22	9.44	5.44	23.00	1.07	17.26
Na ₂ O	0.80	0.50	0.60	0.90	0.90	0.80	1.85	0.90	1.20	1.50
K ₂ O	1.55	1.20	1.51	2.85	2.15	0.86	0.55	0.93	1.39	1.00
П.п.п.	13.20	18.30	5.10	2.60	9.90	10.00	6.10	17.00	11.80	13.40
Сумма	100.41	100.31	99.31	98.75	100.19	100.42	100.36	100.35	99.70	100.32
B	19.66	31.42	48.36	18.16	49.33	36.38	18.79	15.06	42.48	64.02
P	556.30	611.62	179.05	90.17	313.90	1731	1644	1096	1592	1971
Ni	133.65	45.03	263.17	41.91	129.94	32.90	27.86	45.82	48.24	62.09
Cr	45.25	113.82	72.33	63.77	32.33	88.42	75.42	37.45	207.67	131.12
Ag	0.78	0.50	0.56	0.67	0.47	1.04	0.85	0.84	0.62	0.21
Li	195.01	126.97	197.39	41.43	199.15	15.59	6.13	1.94	29.03	10.42
Be	3.16	4.41	2.57	0.88	4.33	0.62	0.31	0.22	1.48	0.57
Sc	24.07	29.89	16.40	4.04	29.92	6.21	3.76	3.20	11.69	7.60
Ti	10549	5387	8146	1511	6744	2465	1856	2045	3098	1835
V	215.25	336.13	127.20	26.99	359.92	52.48	25.65	18.00	95.27	46.51
Mn	119.78	7172	170.40	58.54	450.62	171.57	126.30	751.97	144.83	305.36
Co	29.31	18.21	87.46	12.01	27.01	11.37	2.93	2.68	14.92	8.44
Cu	43.12	15.18	28.57	4.90	55.74	9.22	11.55	3.08	57.12	14.89
Zn	224.47	92.54	196.44	49.51	308.79	82.75	322.61	57.60	150.52	117.36
Ga	26.51	16.98	23.67	8.65	29.77	11.14	9.20	4.11	23.06	12.90
Rb	57.92	32.49	78.70	96.89	54.54	24.84	12.00	4.77	74.02	24.43
Sr	164.05	126.05	91.46	77.60	124.93	199.55	158.74	213.79	152.59	261.24
Y	54.70	60.65	31.93	14.04	23.49	26.02	19.34	16.69	35.82	19.98
Zr	360.79	203.02	230.80	100.70	200.85	143.09	50.50	95.18	84.77	30.55
Nb	40.11	32.43	30.97	9.30	19.94	9.24	5.43	4.57	7.88	4.17
Mo	2.18	1.58	2.94	0.04	0.43	0.61	2.90	0.92	6.79	1.90
Cs	2.91	1.44	3.14	1.66	4.05	1.03	0.47	0.22	4.53	1.04
Ba	710.54	674.88	529.19	436.45	617.22	436.35	1292	455.51	358.72	156.53
La	80.27	86.96	33.17	14.43	55.77	20.99	13.94	11.42	40.50	16.40
Ce	134.36	268.94	70.03	28.87	136.38	30.54	21.12	13.69	84.09	22.11
Pr	17.93	28.89	8.09	3.23	17.06	4.47	3.21	2.21	10.31	3.34
Nd	64.26	120.86	30.86	11.76	63.61	18.48	12.99	9.06	40.62	13.27
Sm	11.11	21.19	6.10	2.30	11.41	3.78	2.71	1.91	7.98	2.58
Eu	2.38	3.96	1.19	0.48	2.28	1.01	1.46	0.79	1.58	0.63
Gd	8.73	15.50	5.36	2.11	8.20	4.05	2.89	2.16	8.30	2.90
Tb	1.48	2.13	0.84	0.35	1.06	0.58	0.44	0.33	1.11	0.43
Dy	9.33	12.09	5.19	2.24	5.30	3.65	2.73	2.10	6.08	2.61
Ho	2.13	2.53	1.15	0.50	1.05	0.76	0.59	0.48	1.16	0.58
Er	6.39	7.10	3.23	1.40	2.93	2.05	1.60	1.27	2.98	1.51
Tm	1.02	1.12	0.50	0.21	0.45	0.29	0.22	0.19	0.39	0.21
Yb	7.00	7.67	3.29	1.42	3.19	1.89	1.31	1.14	2.21	1.26
Lu	1.07	1.13	0.50	0.21	0.48	0.29	0.19	0.17	0.32	0.18
Hf	8.71	5.63	6.56	2.52	5.96	2.96	1.30	2.16	2.31	0.87
Ta	1.86	1.48	1.81	0.69	1.07	0.53	0.29	0.25	0.48	0.25
Pb	38.02	46.78	19.13	20.16	29.65	4.62	13.68	3.88	11.33	3.16
Bi	0.16	0.53	0.12	0.03	0.26	0.03	0.25	0.02	0.07	0.03
Th	13.71	15.90	11.03	5.14	17.07	3.42	1.68	1.39	7.55	2.17
U	2.83	2.55	3.34	1.35	3.52	4.04	2.46	3.83	3.89	2.53

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН (аналитики Н.П. Горбунова, Н.В. Чередниченко и др.).

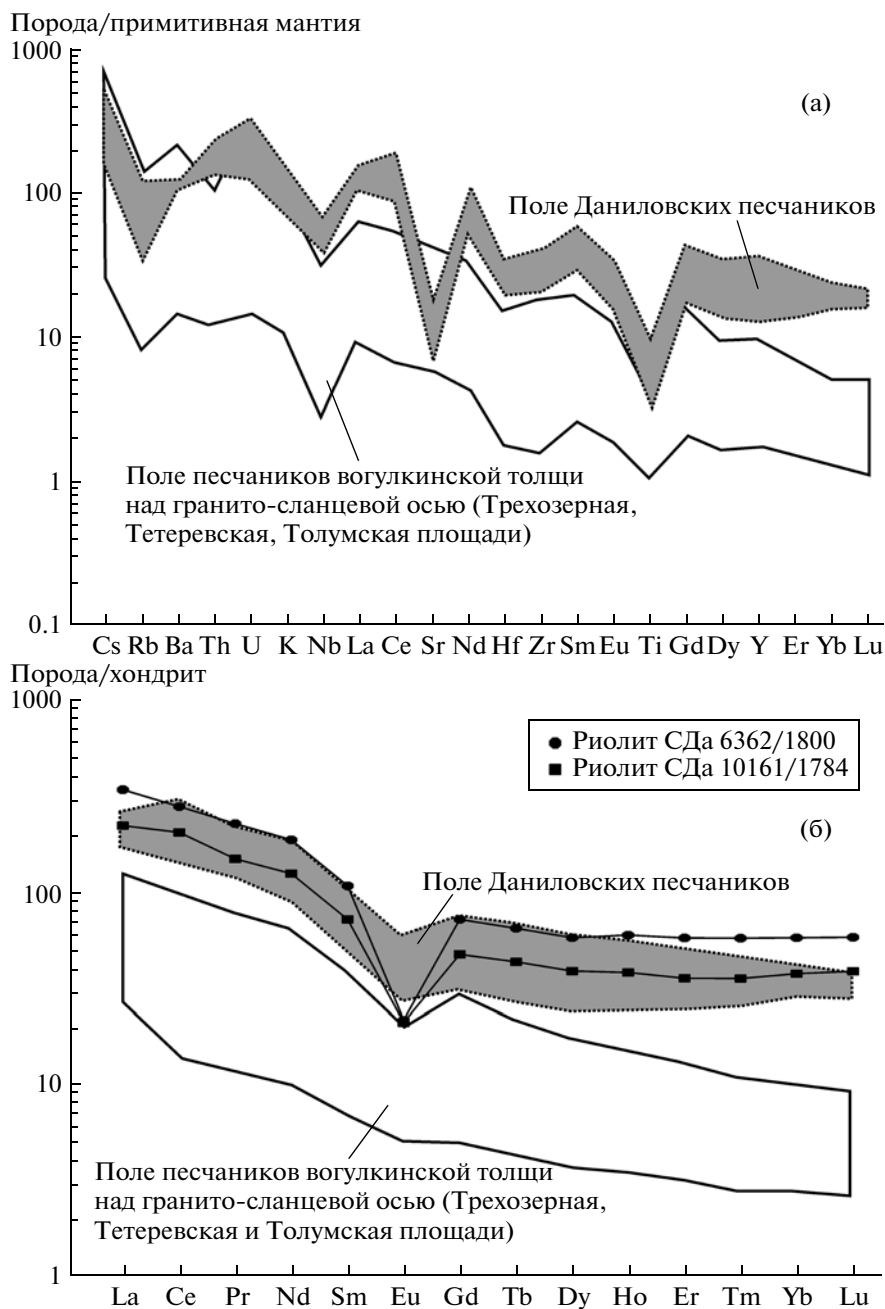


Рис. 3. (а) Спайдер-диаграмма, нормированная по составу примитивной мантии (значения для нормализации [11]), для осадочных пород вогулкинской толщи Шаимского района. (б) Кривые распределения РЗЭ, нормированные на хондрит (значения для нормализации [12]), для осадочных пород вогулкинской толщи. Трендами показаны риолиты из Северо-Даниловской площади.

сти распределения ряда элементов, в том числе и редкоземельных, характерные для источников сноса. Микроэлементный состав песчаников вогулкинской толщи приведен в табл. 2, откуда четко видно влияние субстрата на геохимию осадков. Так, терригенные породы на площади "гранито-сланцевой оси" по сравнению с их аналогами в пределах Даниловского грабена обогащены В и Р (за счет большого количества органических

остатков), но обеднены Hf, Zr, Ba, Rb (типоморфные элементы кислых вулканитов). Разница может составлять несколько порядков, что хорошо наблюдается на спайдер-диаграмме, нормированной по составу примитивной мантии (рис. 3а). Для обоих полей характерны отрицательные аномалии по Ti, Zr, Hf, Sr, Nb, Rb, Ba. Кривые распределения РЗЭ (рис. 3б), нормированные по хондриту, четко показывают большие содержания в песчани-

ках Даниловского грабена, чем в терригенных породах “гранито-сланцевой оси”. В остальном терригенные породы вогулгинской толщи характеризуются одинаковым отношением La/Yb и небольшой отрицательной Eu-аномалией. На график были нанесены тренды РЗЭ из риолитов Северо-Даниловской площади, и они практически идеально совпали с полем Даниловских песчаников. При этом поля известковистых песчаников хорошо коррелируются с кривыми метаморфитов “гранито-сланцевой оси”. Таким образом, осадочные породы вогулгинской толщи в пределах Даниловского грабена формировались за счет размыва местных риолитовых куполов, а в пределах “гранито-сланцевой оси” — за счет разрушения гранитоидов и обрамляющих их метаморфитов. Именно различный субстрат обусловил геохимическую неоднородность вогулгинской толщи в пределах Шаимского нефтеносного района.

Определенное влияние на неоднородность вогулгинской толщи оказало и присутствие чужеродного обломочного вещества — базит-гипербазитового материала. Это выражается в высоком содержании типоморфных для подобных пород элементов. Так, для песчаников характерны повышенные количества (г/т) Sr (до 1200, в среднем 300–400), Cr (до 210), Ni (до 260), Co (до 87), Ti (до 10000), V (до 360), Ba (до 710), Zn (до 320). Причем для осадков из Даниловского грабена эти содержания максимальны, так как здесь этой вклад вносят и размываемые триасовые базальты.

Установленная идентичность терригенного материала вогулгинской толщи с веществом подстилающего фундамента могла образоваться в двух геологических обстановках. 1. В момент осадконакопления существовал весьма расчлененный горный рельеф; 2. Снос осуществлялся из других (близлежащих) районов, но расположенных в пределах тех же структурно-формационных зон фундамента. Так как структурно-формационные зоны фундамента в районе субмеридионального простирания [1], снос терригенного материала должен был происходить в направлении юг–север. Поскольку бассейн погружается на север, то нет сомнений, что и транспортировка обломочного материала происходила с юга на север. Это не противоречит имеющимся [13] палеогеографическим реконструкциям. Таким образом, второй вариант представляется гораздо более вероятным.

Итак, изучен вещественный состав верхнеюрских осадков вогулгинской толщи в пределах Шаимского нефтеносного района Западно-Сибирского мегабассейна. Установлена геохимическая неоднородность данной толщи. Над “гранито-сланцевой осью” формировались песчаники с

геохимическими чертами нижележащих гранитов и метаморфитов, а над риолит-базальтовыми комплексами — песчаники с унаследованной геохимией подстилающих вулканитов. Вполне вероятно, что в формировании толщ принимало участие существенное количество вещества из пород офиолитовой ассоциации, которые встречаются в доюрском фундаменте в пределах изученной территории [1]. Формирование верхнеюрской толщи происходило в мелководных прибрежно-морских условиях, причем реконструируется снос обломочного материала в северном направлении, что необходимо учитывать при поисках нефтяных залежей в этих песчаниках.

Исследования выполняются при частичной поддержке интеграционного проекта СО-УрО РАН “Геологическое строение... палеозоя Западно-Сибирской геосинеклизы...” (№ 12-С-5-1028), грантов офи-УрО РАН (№ 13-5-005-ндр) и РФФИ-Урал (№ 13-05-96032р-урал-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов К.С., Кормильцев В.В., Федоров Ю.Н. и др. Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2003. Т. 1. С. 102–113.
2. Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятков В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: СО РАН, Гео, 2000. 480 с.
3. Пономарев В.С. Вещественный состав гранитоидов и их метаморфического обрамления из фундамента Приуральской части Западно-Сибирского мегабассейна. Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. 22 с.
4. Henry D.J., Guidotti C.V. // Amer. Miner. 1985. V. 70. № 1/2. P. 1–15.
5. Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Федоров Ю.Н. и др. // ДАН. 2010. Т. 433. № 5. С. 671–674.
6. Herron M.M. // J. Sed. Petrol. 1988. V. 58. P. 820–829.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
8. Cullers R.L. // Chem. Geol. 1995. V. 123. P. 107–131.
9. Jones B., Manning D.A.C. // Chem. Geol. 1994. V. 111. P. 111–129.
10. McLennan S.M. // Rev. Miner. 1989. V. 21. P. 169–200.
11. Taylor S.R., McLennan S.M. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Oxford: Blackwell, 1985. 312 p.
12. Sun S.S. // Geochim. et cosmochim. acta. 1982. V. 46. P. 179–192.
13. Амон Э.О., Алексеев В.П., Глебов А.Ф. и др. Стратиграфия и палеогеография мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: УГГУ, 2010. 257 с.