

**О ГЕОХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ  
В ПРЕДЕЛАХ ШАИМСКОГО РАЙОНА  
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА**

**Ю.Н. Федоров, Ю.В. Ерохин, К.С. Иванов, С.Г. Захаров, В.С. Пономарев**

Юрская вогулкинская толща, развитая в западных районах Западной Сибири, представлена осадочными породами в основном песчаного состава. Это песчаники (в том числе глауконитовые), гравелиты, конгломераты, а также аргиллиты, известковистые песчаники и органогенно-обломочные известняки, практически не встречающиеся в других толщах осадочного чехла Западной Сибири [Шурыгин и др., 2000 и др.]. Мощность вогулкинской толщи составляет до 70 метров, она является нефтесодержащей и фациально замещается аргиллитами абалакской свиты.

Нами вогулкинская толща, залегающая непосредственно на доюрском фундаменте, изучалась на двух основных структурных площадях Шаимского нефтегазового района, в пределах Даниловского триасового грабена и «гра-

нито-сланцевой оси». В Даниловском грабене она отмечалась на Тальниковой, Сыморьяхской, Даниловской и Северо-Даниловской площадях, где залегает на триасовых риолит-базальтовых комплексах. В пределах «гранито-сланцевой оси» эти же осадки встречаются на Толумской, Тетеревской, Мортымья-Тетеревской и Трехозерной площадях, где они покрывают пермско-карбоновые массивы гранитов и их метаморфическое обрамление. Перечислять номера скважин, вскрывших осадочные породы вогулкинской толщи, не имеет смысла, так как сама толща характеризуется региональным распространением и количество скважин на этих площадях достигает двух сотен. В данной работе мы приводим только часть химических и геохимических анализов с Даниловской, Тальниковой, Тетеревской и Трехозерной площадей.

Визуально песчаники вогулкинской толщи из Даниловского грабена и «гранито-сланцевой оси» практически неотличимы: они имеют светлую до коричневой окраску, практически всегда мелкозернистые, и в цементе присутствуют каолин и карбонат, за счет чего породы пористые и рыхлые. Небольшим исключением являются песчаники из Тальниковой площади, где встречается большое количество лейстов мусковита. Их размер достигает 1-1,5 см в базальной плоскости, по данным рентгеновских исследований соответствуют высокотемпературному поли типу 2M<sub>1</sub>. Крупные размеры лейстов мусковита и их локальное развитие позволяют нам предположить размыв каких-либо слюдястых метасоматитов и связанных с ними кварц-мусковитовых жил в апикальных частях риолитовых куполов, широко развитых в Даниловском грабене.

Минералогия песчаников и песчанистых известняков вогулкинской толщи была частично рассмотрена нами ранее на примере ее распространения в районе «гранито-сланцевой оси». В результате проведенных исследований, мы пришли к выводу, что практически вся эта верхнеюрская толща (по крайней мере в Шамском районе) образовалась на месте размыва нижележащих пород [Иванов и др., 2004]. Если сравнивать минералогия песчаников вогулкинской толщи из Даниловского грабена и «гранито-сланцевой оси», то она практически идентична, разве что последние слегка обогащены акцессорным турмалином (в силу того, что размывались метаморфиты, содержащие турмалин). Практически одинаковый минеральный состав песчаников вогулкинской толщи позволил нам провести петрохимические и геохимические исследования этих осадков для сопоставления с породами доюрского фундамента.

Химические составы для пород вогулкинской толщи приведены в таблицах 1 и 2. Их анализ показывает большой разброс по содержанию основных петрогенных компонентов. Такие вариации по химическому составу 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. В этом случае содержание СаО в породе достигает 39 вес.%, а количество SiO<sub>2</sub> – 26 вес.% и потери при прокаливании до 27 вес.% (табл. 1, ан. 1513 м). В целом

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 М.М. Хиррона [Herron, 1988] осадки образуют тренд от аркозов к глинистым сланцам. Это выражается повышением в породах глинозема до 24 вес.% и падением кремнезема до 55 вес.% (табл. 2, ан. 1756,3 м). Таким образом, терригенные породы вогулкинской толщи на двух площадях характеризуются различным цементом. В Даниловском грабене преобладает глинистый цемент, а в «гранито-сланцевой оси» – карбонатный. Составы нормальных песчаников также хорошо отличаются в зависимости от места нахождения, так в грабене они характеризуются преобладанием калия над натрием, а на метаморфитах это соотношение либо равное, либо в пользу натрия. Это напрямую связано с химическим составом субстрата. Так в риолитах Даниловского грабена во вкраплениях присутствует калиевый полевой шпат (санидин), а в гранитах с метаморфическим обрамлением преобладает альбит как породообразующий минерал.

Для исследования геохимии пород вогулкинской толщи мы использовали метод масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) с приставкой высокого разрешения Element 2. Геохимические данные осадков вогулкинской толщи приведены в таблицах 1 и 2. Если рассматривать изученные породы в количественном отношении элементов, то четко наблюдается влияние субстрата на геохимию осадка. Так, например, терригенные породы из «гранито-сланцевой оси», по сравнению с аналогами из Даниловского грабена, обогащены бором и фосфором (за счет большого количества органических остатков), но обеднены гафнием, цирконием, барием и рубидием (типоморфные элементы кислых вулканитов). Разница между породами может составлять несколько порядков. Это четко наблюдается на спайдер-диаграмме, нормированной по составу примитивной мантии, когда поля песчаников имеют схожую конфигурацию, но содержание элементов больше в Даниловских осадках, чем в Трехозерных (рис. 1). Для обоих полей характерны отрицательные аномалии по титану, цирконию, гафнию, стронцию, ниобию, рубидию и барию. Кривые распределения редкоземельных элементов (рис. 2), нормированные по хондриту, четко показыва-

Химические (вес.%) и геохимические (в г/т) данные по породам вогулкинской толщи  
в пределах «гранито-сланцевой оси».

NN	Трехозерная площадь, скв. 1709				Тетеревская площадь, скв. 7036					
	1493 м	1498 м	1507 м	1513 м	1618 м	1624 м	1627 м	1635 м	1642 м	1651 м
SiO <sub>2</sub>	63.48	71.72	48.30	26.00	59.68	40.00	25.00	53.67	73.37	72.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.13	9.63	5.26	2.74	9.99	5.22	2.43	6.89	8.66	9.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.25	1.00	0.35	1.00	0.90	1.55	0.70	2.60	1.10	1.90
FeO	1.31	1.47	2.00	0.10	10.85	0.15	0.67	0.40	4.63	1.87
MgO	2.24	1.64	1.00	1.00	1.85	1.00	1.00	2.66	1.97	2.10
CaO	9.44	5.44	23.00	39.00	1.07	26.50	38.00	17.26	2.39	3.63
Na <sub>2</sub> O	0.80	1.85	0.90	0.60	1.20	1.20	0.60	1.50	1.30	1.40
K <sub>2</sub> O	0.86	0.55	0.93	0.26	1.39	0.41	0.35	1.00	1.00	0.88
ппп	10.00	6.10	17.00	27.10	11.80	13.90	29.20	13.40	4.30	4.10
Сумма	100.42	100.36	100.35	98.66	99.70	98.04	98.54	100.32	99.58	98.56
Li	15.59	6.13	1.94	2.33	29.03	6.37	4.48	10.42	14.61	13.11
Be	0.62	0.31	0.22	0.23	1.48	0.32	0.24	0.57	0.67	0.41
B	36.38	18.79	15.06	11.21	42.48	26.15	12.86	64.02	73.25	26.01
P	1731	1644	1096	808	1592	1146	882	1971	1229	915
Ag	1.04	0.85	0.84	0.56	0.62	0.46	0.47	0.21	0.34	0.31
Sc	6.21	3.76	3.20	2.86	11.69	9.86	3.59	7.60	9.72	8.84
Ti	2465	1856	2045	2792	3098	2153	815	1835	2838	3397
V	52.48	25.65	18.00	14.44	95.27	42.40	-	46.51	60.22	61.32
Mn	171.57	126.30	751.97	321.28	144.83	461.76	378.32	305.36	208.33	161.04
Co	11.37	2.93	2.68	2.37	14.92	10.49	3.75	8.44	6.28	5.42
Ni	32.90	27.86	45.82	37.33	48.24	47.51	50.97	62.09	56.88	46.80
Cu	9.22	11.55	3.08	1.96	57.12	7.46	1.25	14.89	34.90	21.08
Zn	82.75	322.61	57.60	106.30	150.52	72.40	42.85	117.36	127.82	115.31
Ga	11.14	9.20	4.11	3.04	23.06	8.16	5.74	12.90	17.15	11.98
Rb	24.84	12.00	4.77	4.00	74.02	13.56	9.88	24.43	29.09	20.96
Sr	199.55	158.74	213.79	165.13	152.59	210.50	329.61	261.24	121.80	110.08
Y	26.02	19.34	16.69	12.00	35.82	16.66	9.89	19.98	19.42	15.42
Zr	143.09	50.50	95.18	71.04	84.77	56.75	14.66	30.55	43.81	48.02
Nb	9.24	5.43	4.57	5.62	7.88	5.10	1.72	4.17	6.79	6.55
Mo	0.61	2.90	0.92	0.33	6.79	0.84	0.35	1.90	8.70	9.99
Cs	1.03	0.47	0.22	0.16	4.53	0.66	0.42	1.04	1.29	0.99
Ba	436.35	1292	455.51	342.46	358.72	103.62	248.11	156.53	210.08	161.80
La	20.99	13.94	11.42	8.63	40.50	8.84	8.92	16.40	17.12	14.69
Ce	30.54	21.12	13.69	11.46	84.09	13.21	11.78	22.11	25.65	23.42
Pr	4.47	3.21	2.21	1.76	10.31	1.77	1.55	3.34	3.74	3.33
Nd	18.48	12.99	9.06	7.33	40.62	7.21	6.21	13.27	14.67	13.94
Sm	3.78	2.71	1.91	1.58	7.98	1.55	1.42	2.58	3.02	2.89
Eu	1.01	1.46	0.79	0.62	1.58	0.39	0.46	0.63	0.75	0.68
Gd	4.05	2.89	2.16	1.74	8.30	1.68	1.39	2.90	3.25	2.94
Tb	0.58	0.44	0.33	0.28	1.11	0.30	0.22	0.43	0.47	0.44
Dy	3.65	2.73	2.10	1.76	6.08	2.19	1.32	2.61	2.87	2.49
Ho	0.76	0.59	0.48	0.37	1.16	0.49	0.28	0.58	0.63	0.52
Er	2.05	1.60	1.27	0.97	2.98	1.54	0.74	1.51	1.63	1.32
Tm	0.29	0.22	0.19	0.14	0.39	0.25	0.10	0.21	0.23	0.18
Yb	1.89	1.31	1.14	0.83	2.21	1.72	0.63	1.26	1.36	1.15
Lu	0.29	0.19	0.17	0.12	0.32	0.26	0.09	0.18	0.19	0.16
Hf	2.96	1.30	2.16	1.82	2.31	1.54	0.47	0.87	1.21	1.13
Ta	0.53	0.29	0.25	0.37	0.48	0.31	0.11	0.25	0.38	0.37
Pb	4.62	13.68	3.88	6.46	11.33	3.83	1.83	3.16	4.15	3.62
Bi	0.03	0.25	0.02	0.10	0.07	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04
Th	3.42	1.68	1.39	1.33	7.55	1.99	1.01	2.17	2.84	2.34
U	4.04	2.46	3.83	1.19	3.89	3.21	6.81	2.53	2.72	2.83
Cr	88.42	75.42	37.45	25.08	207.67	66.75	47.62	131.12	186.13	111.21

Примечание. Химические анализы выполнены в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН (аналитики Г.М. Ятлук, Н.П. Горбунова).

ГЕОХИМИЯ

Таблица 2

Химические (вес.%) и геохимические (в г/т) данные по породам вогулкинской толщи в пределах Даниловского грабена.

NN	Даниловская площадь, скв. 10570						Тальниковая площадь, скв. 6819				
	1816.7 м	1817.7 м	1818.8 м	1819.5 м	1820.5 м	1821.4 м	1754.9 м	1755 м	1755.2 м	1756.3 м	1758.1 м
SiO <sub>2</sub>	50.00	30.49	37.00	37.00	62.50	66.05	78.55	52.00	78.86	55.00	76.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.80	9.17	15.00	17.00	19.30	18.03	11.85	22.20	12.14	23.80	13.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.40	6.30	17.30	13.90	3.50	2.10	0.70	2.10	0.30	2.10	2.10
FeO	6.50	4.69	4.70	6.10	2.07	3.10	0.46	4.60	0.68	3.40	0.73
MgO	1.46	2.35	1.90	2.10	1.06	1.06	0.34	1.31	0.27	1.19	0.52
CaO	0.35	24.39	2.00	1.50	0.44	0.23	0.16	0.61	0.15	0.22	0.38
Na <sub>2</sub> O	0.80	0.80	0.50	0.60	0.70	0.60	0.90	0.90	0.60	0.90	0.17
K <sub>2</sub> O	1.55	0.57	1.20	2.00	1.90	1.51	2.85	2.16	2.86	2.15	2.80
ппп	13.20	18.70	18.30	16.20	7.50	5.10	2.60	13.10	2.80	9.90	3.60
Сумма	100.41	100.54	100.31	99.05	100.35	99.31	98.75	100.53	99.07	100.19	100.29
B	19.66	19.14	31.42	35.30	55.35	48.36	18.16	44.13	27.36	49.33	49.55
P	556.30	14077	611.62	493.08	126.03	179.05	90.17	650.76	113.91	313.90	157.03
Ni	133.65	60.38	45.03	46.99	93.83	263.17	41.91	196.16	51.04	129.94	38.81
Ag	0.78	0.54	0.50	0.71	0.48	0.56	0.67	1.04	0.61	0.47	0.66
Li	195.01	124.04	126.97	150.66	164.92	197.39	41.43	225.10	70.63	199.15	52.24
Be	3.16	2.64	4.41	4.32	2.13	2.57	0.88	2.39	1.40	4.33	1.72
Sc	24.07	20.62	29.89	29.50	13.51	16.40	4.04	26.14	6.43	29.92	5.39
Ti	10549	3472	5387	8318	7139	8146	1511	7160	2460	6744	1626
V	215.25	261.17	336.13	329.79	109.44	127.20	26.99	201.09	49.73	359.92	86.58
Mn	119.78	2364	7172	1977	120.38	170.40	58.54	972.33	76.13	450.62	186.64
Co	29.31	20.83	18.21	17.12	18.72	87.46	12.01	15.81	10.62	27.01	9.60
Cu	43.12	9.69	15.18	30.64	20.17	28.57	4.90	87.62	6.76	55.74	10.68
Zn	224.47	53.48	92.54	135.67	119.99	196.44	49.51	146.43	55.10	308.79	49.02
Ga	26.51	14.52	16.98	20.09	20.12	23.67	8.65	26.98	13.40	29.77	11.70
Rb	57.92	17.01	32.49	58.81	73.27	78.70	96.89	66.01	121.85	54.54	100.52
Sr	164.05	323.23	126.05	125.14	94.13	91.46	77.60	143.42	87.68	124.93	93.63
Y	54.70	126.92	60.65	47.38	26.58	31.93	14.04	41.65	20.48	23.49	22.22
Zr	360.79	186.04	203.02	223.08	216.06	230.80	100.70	190.00	154.57	200.85	113.66
Nb	40.11	23.45	32.43	34.58	25.80	30.97	9.30	15.37	15.73	19.94	8.64
Mo	2.18	0.50	1.58	0.38	1.62	2.94	0.04	2.37	0.13	0.43	0.23
Cs	2.91	1.03	1.44	3.30	2.73	3.14	1.66	4.06	2.56	4.05	2.05
Ba	710.54	591.17	674.88	709.16	516.11	529.19	436.45	591.71	498.27	617.22	486.66
La	80.27	86.74	86.96	58.76	24.61	33.17	14.43	30.26	16.92	55.77	22.64
Ce	134.36	207.71	268.94	127.17	51.35	70.03	28.87	52.24	34.78	136.38	51.90
Pr	17.93	23.91	28.89	15.72	5.76	8.09	3.23	8.49	3.99	17.06	5.76
Nd	64.26	96.39	120.86	58.09	21.98	30.86	11.76	34.15	14.67	63.61	22.18
Sm	11.11	21.36	21.19	10.86	4.32	6.10	2.30	7.45	2.88	11.41	4.53
Eu	2.38	4.65	3.96	2.14	0.91	1.19	0.48	1.86	0.63	2.28	0.94
Gd	8.73	21.22	15.50	8.91	4.00	5.36	2.11	7.00	2.75	8.20	4.09
Tb	1.48	3.51	2.13	1.36	0.65	0.84	0.35	1.11	0.48	1.06	0.65
Dy	9.33	21.05	12.09	8.43	4.10	5.19	2.24	7.16	3.23	5.30	3.86
Ho	2.13	4.44	2.53	1.91	0.93	1.15	0.50	1.51	0.74	1.05	0.83
Er	6.39	11.56	7.10	5.62	2.60	3.23	1.40	4.09	2.08	2.93	2.26
Tm	1.02	1.59	1.12	0.92	0.41	0.50	0.21	0.61	0.32	0.45	0.34
Yb	7.00	9.44	7.67	6.50	2.72	3.29	1.42	3.93	2.14	3.19	2.26
Lu	1.07	1.31	1.13	0.98	0.41	0.50	0.21	0.58	0.32	0.48	0.33
Hf	8.71	5.14	5.63	6.02	5.41	6.56	2.52	4.84	3.78	5.96	3.00
Ta	1.86	1.31	1.48	1.58	1.42	1.81	0.69	0.91	1.00	1.07	0.57
W	2.25	1.67	1.82	1.55	2.14	2.33	0.77	1.82	1.19	2.33	0.80
Pb	38.02	41.15	46.78	18.96	11.95	19.13	20.16	16.51	22.07	29.65	21.44
Bi	0.16	0.28	0.53	0.32	0.07	0.12	0.03	0.16	0.04	0.26	0.07
Th	13.71	10.82	15.90	19.35	8.43	11.03	5.14	9.49	6.23	17.07	8.28
U	2.83	6.73	2.55	2.59	2.60	3.34	1.35	2.72	1.91	3.52	1.59

Примечание. Химические анализы выполнены в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН (аналитики Г.М. Ятлук, Н.П. Горбунова).

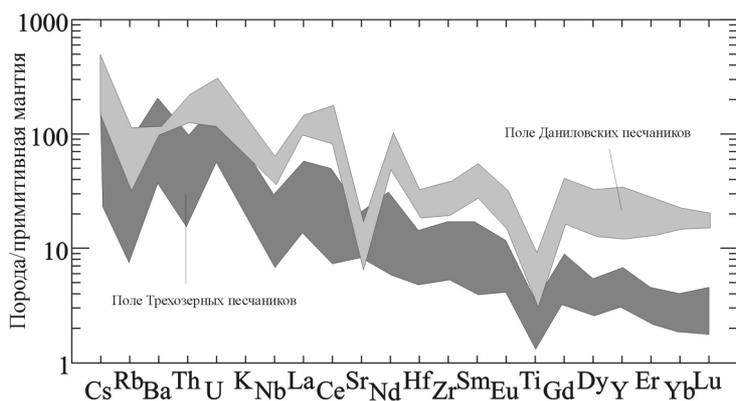


Рис. 1. Спайдер-диаграмма, нормированная по составу примитивной мантии (значения для нормализации по [Taylor, McLennan, 1985]), для осадочных пород вогулкинской толщи из Даниловской и Трехозерной площадей.

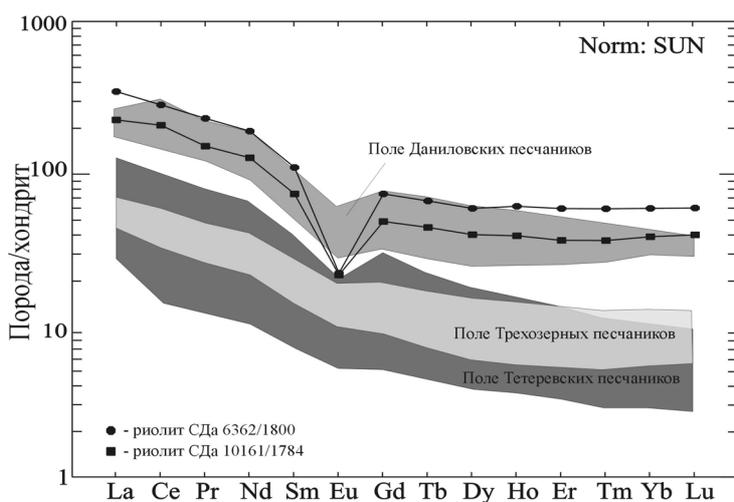


Рис. 2. Кривые распределения редкоземельных элементов, нормированные на хондрит (значения для нормализации по [Sun, 1982]), для осадочных пород вогулкинской толщи из Даниловской, Тетеревской и Трехозерной площадей. Трендами показаны риолиты из Северо-Даниловской площади.

ют большие содержания в песчаниках Даниловского грабена, чем в терригенных породах «гранито-сланцевой оси». В остальном терригенные породы вогулкинской толщи характеризуются одинаковым отношением La/Yb и небольшой отрицательной европиевой аномалией. На график были нанесены тренды РЗЭ из риолитов Северо-Даниловской площади (как наиболее кайнотипные), и они практически идеально совпали в поле Даниловских песчаников. При этом поля Трехозерных и Тетеревских песчаников хорошо коррелируются с кривыми редкоземельных элементов пород «гранито-сланцевой оси». Таким образом, осадочные породы вогулкинской толщи в пределах Даниловского грабена формировались за счет размыва местных риолитовых куполов, а в пределах «гранито-сланцевой оси» – за счет разрушения пермских гранодиоритов и обрамляющих их метаморфитов. Именно различный субстрат обусловил геохимическую неоднородность вогулкинской толщи в пределах Шаимского нефтегазоносного района.

Авторы благодарят В.П. Алексева, любезно предоставившего им для изучения образцы песчаников из скважин над «гранито-сланцевой осью».

Исследования проведены при частичной поддержке РФФИ (грант 02-05-64111).

*Список литературы*

Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Федоров Ю.Н. и др. Аллотигенные минералы песчаных известняков Вогулкинской толщи Западно-Сибирского мегабассейна // Карбонатные осадочные последовательности Урала и сопредельных территорий: седименто- и литогенез, минерагения. (Материалы 6 Уральского регионального литологического совещания.) Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 52-54.

Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. Новосибирск: СО РАН, "Гео", 2000. 480 с.

Herron M.M. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data // J. Sed. Petrol. 1988. V. 58. P. 820-829.

## ГЕОХИМИЯ

*Sun S.S.* Chemical composition and origin of the Earth's primitive mantle // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1982. Vol. 46. P. 179-192.

*Taylor S.R., McLennan S.M.* The continental crust: its composition and evolution. Blackwell, Oxford. 1985. 312 p.