

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВАРИАЦИЙ
НЕКОТОРЫХ ПЕТРО- И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АРГИЛЛИТОВ
В РАЗРЕЗЕ ВЕНДА ШКАПОВСКО-ШИХАНСКОЙ ВПАДИНЫ**

А.В. Маслов, М.В. Ишерская

На востоке Восточно-Европейской платформы верхневендские отложения выполняют Верхнекамскую и Шкаповско-Шиханскую впадины [Стратотип рифея..., 1983; Ишерская, Романов, 1993 и др.; Аксенов, 1998; Маслов, Ишерская, 1998, 2004; Стратиграфическая схема..., 2000]. Наиболее полные разрезы верхнего венда известны в последней из них; здесь они расчленяются на две седиментационные серии – каировскую и шкаповскую. Каировская серия объединяет байкибашевскую и старопетровскую свиты, шкаповская – салиховскую и карлинскую. *Байкибашевская свита* (80-120 ? м) представлена светлыми зеленовато-серыми и

серыми песчаниками с прослоями гравелитов и, иногда, глинистых алевролитов и аргиллитов. *Старопетровская свита* (мощность более 300 м) сложена в основании темными зеленовато-серыми и, в средней части, вишнево-красными аргиллитами и глинистыми алевролитами. В верхней части свиты преобладают глинистые алевролиты с прослоями мелкозернистых песчаников. *Салиховская свита* (300-320 м) объединяет розовато- и зеленовато-серые мелко- и среднезернистые песчаники и алевролиты, среди которых присутствуют прослои красноватых мелкозернистых алевролитов и аргиллитов. В ряде западных разрезов свиты

присутствуют прослои мелкогалечниковых конгломератов. *Карлинская свита* (мощность до 650 м) сложена темно- и зеленовато-серыми полевошпат-кварцевыми мелкозернистыми алевролитами и пестроцветными, в том числе красно-коричневыми, аргиллитами с маломощными прослоями крупнозернистых алевролитов.

Большинство исследователей считает, что формирование верхневендских осадочных последовательностей Волго-Уральской области происходило вследствие трансгрессии моря со стороны Урала. В конце каиравского времени фиксируется некоторое замедление трансгрессии, а в шкаповское время она вновь заметно усилилась, что привело к накоплению на большей части Шкаповско-Шиханской впадины преимущественно алеврито-глинистых отложений.

Не рассматривая здесь подробно результаты предшествующих работ, в которых выполнены реконструкции обстановок накопления осадочных последовательностей верхнего венда, отметим, что, опираясь на литологические особенности отложений, ряд авторов оценивает климат позднего венда как сравнительно умеренный или теплый и влажный [Постникова, 1977 и др.]. Т.В. Иванова и О.К. Едренкина [1971], М.М. Алиев с соавторами [1977], а также Р.Х. Масагутов [2002], исходя из геохимических показателей, напротив, считают, что климат венда был относительно холодным. Выполненный Н.С. Лагутенковой и И.К. Чепиковой [1982] анализ литологических и геохимических особенностей отложений позволил предполагать, что геохимический режим придонных вод в бассейне в байкибашевское время менялся от окислительного до восстановительного. Для старопетровского времени одни исследователи [Лагутенкова, Чепикова, 1982] предполагают существование в осадках устойчивых восстановительных условий, другие же [Иванова, Клевцова, 1960; Иванова и др., 1969] считают, что в названное время доминировали нейтральные обстановки. В салиховское время формирование осадков происходило преимущественно в слабо окислительной обстановке [Иванова, Клевцова, 1960; Масагутов, 2002 и др.]. В карлинское время, по представлениям Р.Х. Масагутова [2002], геохимическая обстановка в бассейне изменялась от нейтральной и слабовосстановительной в прибрежно-морской части до устойчиво восстановительной в наиболее глубоководных районах. По нашим данным [Маслов, Ишерская, 2004], основанным на средних для свит в целом значениях палео-

климатических индексов, формирование отложений венда происходило в условиях семиаридного или семигумидного климата. Анализ средних для свит значений индексов Mo/Mn , $V/(V+Ni)$ и др. в аргиллитах показал, что во время накопления всего комплекса отложений венда восстановительных обстановок в придонных водах бассейна не существовало.

В настоящее время для палеоклиматических и иных генетических реконструкций можно использовать не только средние для свит значения петрохимических модулей, но и их конкретные величины, образующие жестко структурированную последовательность, привязанную к координате «условного времени». Всего для петро- и геохимических исследований нами использовано более 30 образцов аргиллитов из байкибашевской, старопетровской, салиховской и карлинской свит, отобранных в скважинах 1 Кипчак, 6 Ахмерово и 1 Северокушкуль (табл. 1). После их предварительного макро- и микроскопического изучения было выполнено определение содержаний петрогенных окислов (ИГГ УрО РАН, рентгенфлуоресцентный метод, СРМ-18, аналитики – Н.П. Горбунова, В.П. Власов, Г.С. Неупокоева и Л.В. Фомина). Данные о химическом составе аргиллитов использованы в качестве дополнительного критерия для разбраковки массива образцов на алевропесчаные породы и аргиллиты (метод М. Херрона [Heron, 1988]). Впоследствии в аргиллитах определены содержания 52 малых элементов методом ICP-MS (аналитики О.П. Лепихина и О.Ю. Попова, ИГГ УрО РАН).

Реконструкция изменений **палеоклимата** в разрезе верхнего венда выполнена на базе двух несколько различных подходов: 1) анализа изменений снизу вверх по разрезу гидролизатного (ГМ) и алюмокремниевого (АМ) модулей; и 2) рассмотрения вариаций индексов CIA, CIW и IVC.

Первый подход основан на анализе степени зрелости поступавшего в область седиментации тонкого терригенного материала (и, соответственно, характера химического выветривания на палеоводосборах) – чем выше величина гидролизатного ($ГМ = Al_2O_3 + TiO_2 + FeO + Fe_2O_3/SiO_2$) и алюмокремниевого ($АМ = Al_2O_3/SiO_2$) модулей в глинистых породах, тем более сильное химическое выветривание претерпели комплексы пород в областях размыва [Юдович, 1981; Юдович, Кетрис, 2000; Интерпретация геохимических..., 2001 и др.].

Стратиграфическая привязка проанализированных проб

Свита	Скважина	№ пробы	Расстояние от подошвы свиты	Интервал, м
Карлинская	Кипчак-1	ИМ-12	458	2390-2393
		ИМ-13	385	2463-2466
		ИМ-14	343	2506-2509
		ИМ-15	317	2531-2535
		ИМ-16	311	2537-2541
		ИШ-4	292	2557-2559
		ИМ-17	98	2750-2755
		ИМ-18	60	2790-2792
		ИМ-19	16	2833-2837
Салиховская	Ахмерово 6	ИМ-1	213	2285-2289
		ИМ-2	210	2289-2294
		ИМ-3	195	2304-2306
		ИМ-4	174	2329-2332
		ИМ-5	170	2333-2337
Старо- петровская	Северо- кушкуль 1	ИШ-7	48	1977.4-1985
		ИМ-27	25	2071.8-2080.1
		ИМ-28	180	2168.7-2176
		ИМ-29	172	2176.6-2185.6
		ИШ-14	163	2185.6-2193
		ИМ-31	76	2272.6-2281.1
		ИШ-16	68	2281.1-2285
Байкиба- шевская		ИШ-17	63	2285-2293.5
		ИМ-32	20	2290.7-2299.7

При втором подходе также использован принцип анализа соотношений различных по поведению в процессах химического выветривания петрогенных окислов [Nessbit, Young, 1982; Visser, Young, 1990; Harnois, 1988; Cox et al., 1995]. Расчет индексов ведется по формулам: $CIA = 100 \times Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)$, $CIW = 100 \times Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ и $ICV = (Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + CaO + MgO + TiO_2) / Al_2O_3$. Невыветрелые породы характеризуются значениями CIA порядка 50, тогда как сильно выветрелые разности имеют CIA до 100 единиц. Величина CIW возрастает с ростом степени разложения исходных пород или осадков, т.е. с ростом степени выветрелости материала палеоводосборов. Для слабо измененных докембрийских базальтов и гранитов индекс CIW составляет от 76 до 59; в корах выветривания по указанным породам он достигает 94–98 ед. Индекс изменения состава ICV отражает степень зрелости поступающей в область седиментации тонкой алюмосиликокластики. Незрелые глинистые сланцы, с высоким процентом неглинис-

тых силикатных минералов, имеют значения IVC более 1, напротив, более зрелые глинистые породы с большим количеством собственно глинистых минералов, имеют более низкие содержания IVC.

В аргиллитах венда Шкаповско-Шиханской впадины гидролизатный и алюмокремниевый модули обнаруживают весьма неотчетливо выраженную тенденцию к постепенному снижению вверх по разрезу (табл. 2, рис. 1). Из сказанного можно сделать вывод, что относительно более зрелый материал поступал в область осадконакопления в самом начале времени формирования отложений каировской серии. На относительно слабую степень преобразования исходных пород в областях сноса указывают также высокие (в пределах 1.21-1.67) значения в аргиллитах индекса IVC, умеренные значения индекса CIW (59-64) и не превышающие во всех проанализированных нами образцах 70 ед. значения индекса CIA (рис. 2). Все вместе это указывает на относительно слабо проявленные на палеоводосборах процессы химичес-

Значения основных петро- и геохимических отношений и индексов в аргиллитах различных литостратиграфических подразделений венда Волго-Уральской области

Свита	№ пробы	ГМ	АМ	СИА	IVC	CIW	Mo/Mn	V/(V+Ni)	Ni/Co	V/Cr	Y*	Th*	U*	Sr*	LREE/HREE	Eu/Eu*	K ₂ O/Al ₂ O ₃
Карлинская	ИМ-12	0.41	0.26	65	1.3	64	0.0004	0.58	2.53	0.59	8.42	4.97	0.77	27.15	9.09	0.68	0.26
	ИМ-13	0.38	0.26	69	1.24	61	0.0015	0.60	2.95	0.45	6.85	3.66	0.85	26.25	8.99	0.68	0.22
	ИМ-14	0.27	0.18	53	1.67	60	0.0008	0.48	4.11	0.23	5.16	2.69	0.56	24.20	7.92	0.77	0.2
	ИМ-15	0.32	0.23	68	1.26	60	0.0017	0.59	2.85	0.19	6.36	3.27	0.74	26.90	9.17	0.73	0.19
	ИМ-16	0.36	0.24	68	1.27	60	0.0014	0.84	1.22	0.61	27.78	10.54	2.14	77.55	7.78	0.66	0.22
	ИШ-4	0.34	0.23	66	1.31	61	0.0013	0.74	2.59	0.62	30.09	11.03	2.07	77.24	7.72	0.64	0.21
	ИМ-17	0.41	0.29	61	1.35	62	0.0025	0.87	0.88	0.96	78.32	29.39	3.03	108.59	5.56	0.41	0.32
	ИМ-18	0.35	0.24	69	1.25	60	0.0005	0.83	1.20	0.58	29.74	12.71	2.46	75.50	8.47	0.68	0.2
	ИМ-19	0.33	0.23	62	1.26	62	0.0009	0.85	0.65	0.51	6.46	4.09	0.87	28.17	7.69	0.60	0.25
Салиховская	ИМ-1	0.37	0.24	64	1.32	61	0.0010	0.78	2.25	2.92	39.63	17.88	-	77.53	9.34	0.57	0.25
	ИМ-2	0.35	0.25	61	1.23	62	0.0007	0.76	2.58	11.59	37.00	17.19	-	64.00	8.09	0.54	0.29
	ИМ-3	0.38	0.24	62	1.52	55	0.0011	0.68	2.93	2.38	46.09	16.72	-	95.46	6.42	0.63	0.24
	ИМ-4	0.39	0.27	61	1.37	59	0.0006	0.68	3.10	1.26	65.16	16.80	-	75.73	12.28	0.57	0.29
	ИМ-5	0.35	0.23	61	1.43	58	0.0005	0.69	3.30	1.20	46.76	17.53	-	81.79	8.41	0.58	0.27
	ИШ-7	0.41	0.28	55	1.58	58	0.0047	0.83	0.82	0.95	120.83	18.92	12.87	111.63	7.06	0.59	0.29
	ИМ-27	0.42	0.28	63	1.35	61	0.0002	0.85	1.15	1.44	28.08	14.70	2.07	113.40	9.34	0.70	0.22
	ИМ-28	0.43	0.29	66	1.27	62	0.0006	0.84	1.02	1.10	28.38	13.94	2.24	92.21	8.91	0.66	0.23
	ИМ-29	0.44	0.29	66	1.31	61	0.0015	0.84	1.18	0.60	27.53	14.60	1.81	105.73	9.97	0.68	0.22
Старопетровская	ИШ-14	0.42	0.27	68	1.29	62	0.0002	0.77	1.65	0.90	25.54	12.78	1.53	79.08	9.31	0.69	0.24
	ИМ-31	0.53	0.34	66	1.25	66	0.0010	0.81	0.97	0.14	35.08	14.44	2.21	141.02	10.26	0.71	0.24
	ИШ-16	0.41	0.29	68	1.21	64	0.0018	0.78	2.63	-	23.83	14.03	2.16	118.54	12.23	0.71	0.27
	ИШ-17	0.45	0.31	67	1.26	64	0.0021	0.71	2.21	-	20.14	15.26	2.22	107.88	14.69	0.70	0.31
Байкибашевская	ИМ-32	0.45	0.31	64	1.34	62	0.0009	0.52	3.32	-	5.09	2.63	0.50	31.93	8.13	0.79	0.32

Примечание. * содержания элементов указаны в г/т.

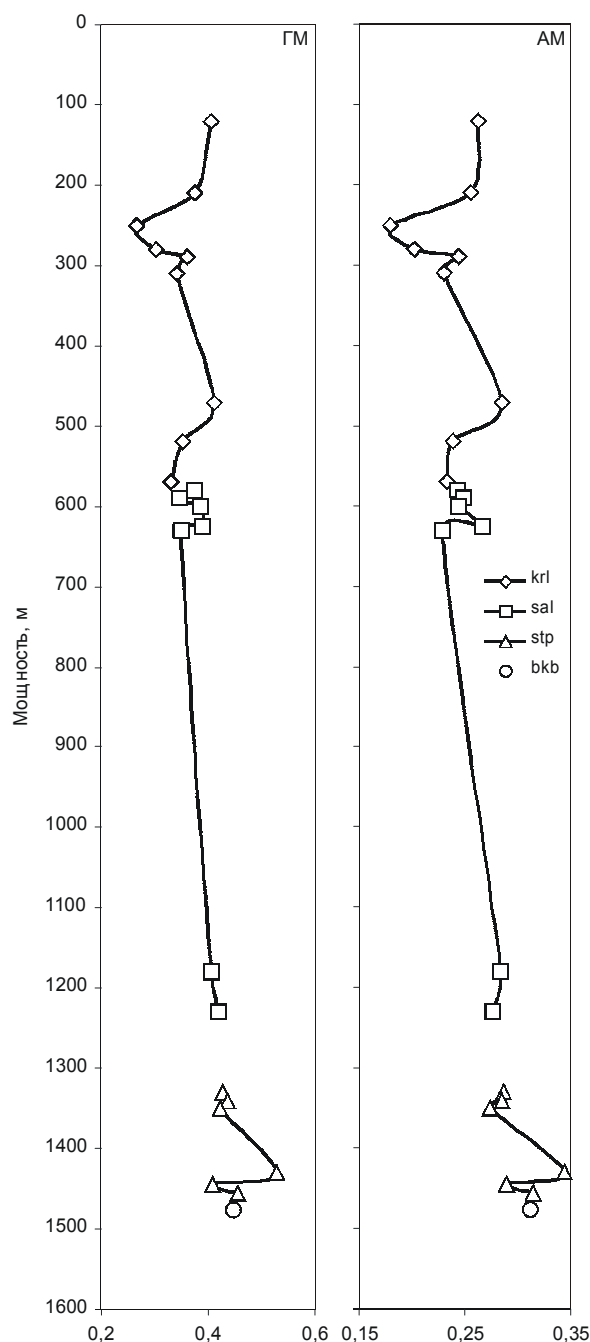
Рис. 1. Вариации гидролизатного и алюмокремниевого модуля в аргиллитах венда Шкаповско-Шиханской впадины.

Свиты: bkb – байкибашевская; stp – старопетровская; sal – салиховская; krl – карлинская.

кого выветривания, что и обусловило поступление в вендский седиментационный бассейн петрохимически относительно незрелого пелитового компонента. Анализ особенностей изменения всех перечисленных выше модулей и индексов снизу вверх по разрезу каировской и шкаповской серий позволяет сделать вывод, что подобные условия сохранялись на палеоводосборах в течение всего формирования входящих в их состав осадочных последовательностей.

Наиболее широко используемыми показателями **окислительно-восстановительных особенностей придонных вод** являются в настоящее время отношения Mo/Mn , $V/(V+Ni)$, Ni/Co и V/Cr [Холодов, Недумов, 1991; Холодов, Пауль, 1999; Jones, Manning, 1994; Rachold, Brumsack, 2001; Hatch, Leventhal, 1992; Гаврилов и др., 2002; Маслов и др., 2003]. К настоящему времени выполнено большое количество исследований, позволивших наметить граничные значения названных индексов, позволяющие распознать отложения формировавшиеся в окислительных, дисокисных и бескислородных условиях (обзор и анализ см. [Маслов и др., 2003]). Однако применение их не всегда дает полностью согласующиеся результаты, что наблюдается и в на примере вендских отложений Шкаповско-Шиханской впадины (**рис. 3**). Так, величина отношения Mo/Mn во всех изученных нами образцах составляет менее 0.005 и, следовательно, в течение всего венда в придонном слое воды в бассейне восстановительных условий не существовало. Такой же вывод следует из анализа значений индексов Ni/Co и V/Cr . В то же время величина отношения $V/(V+Ni)$ более чем в половине исследованных образцов превышает 0.7, что, по данным [Hatch, Leventhal, 1992], указывает на накопление осадков при доминировании в придонном слое воды ясно выраженных восстановительных обстановок.

Геохимическими показателями влияния **рециклинга** на формирование тонкозернистых



терригенных отложений являются [Cox, Lowe, 1995; Cox et al., 1995; Маслов и др., *в печати*]: 1) снижение вследствие длительного переотложения содержаний в породах относительно хорошо растворимых элементов (U, Sr и др.) и параллельное увеличение с течением времени содержаний минимально растворимых элементов (например, Th и Y); 2) постепенное увеличение значения LREE/HREE; при этом отсутствует фракционирование европия и отношение Eu/Eu^* остается постоянным; 3) величина от-

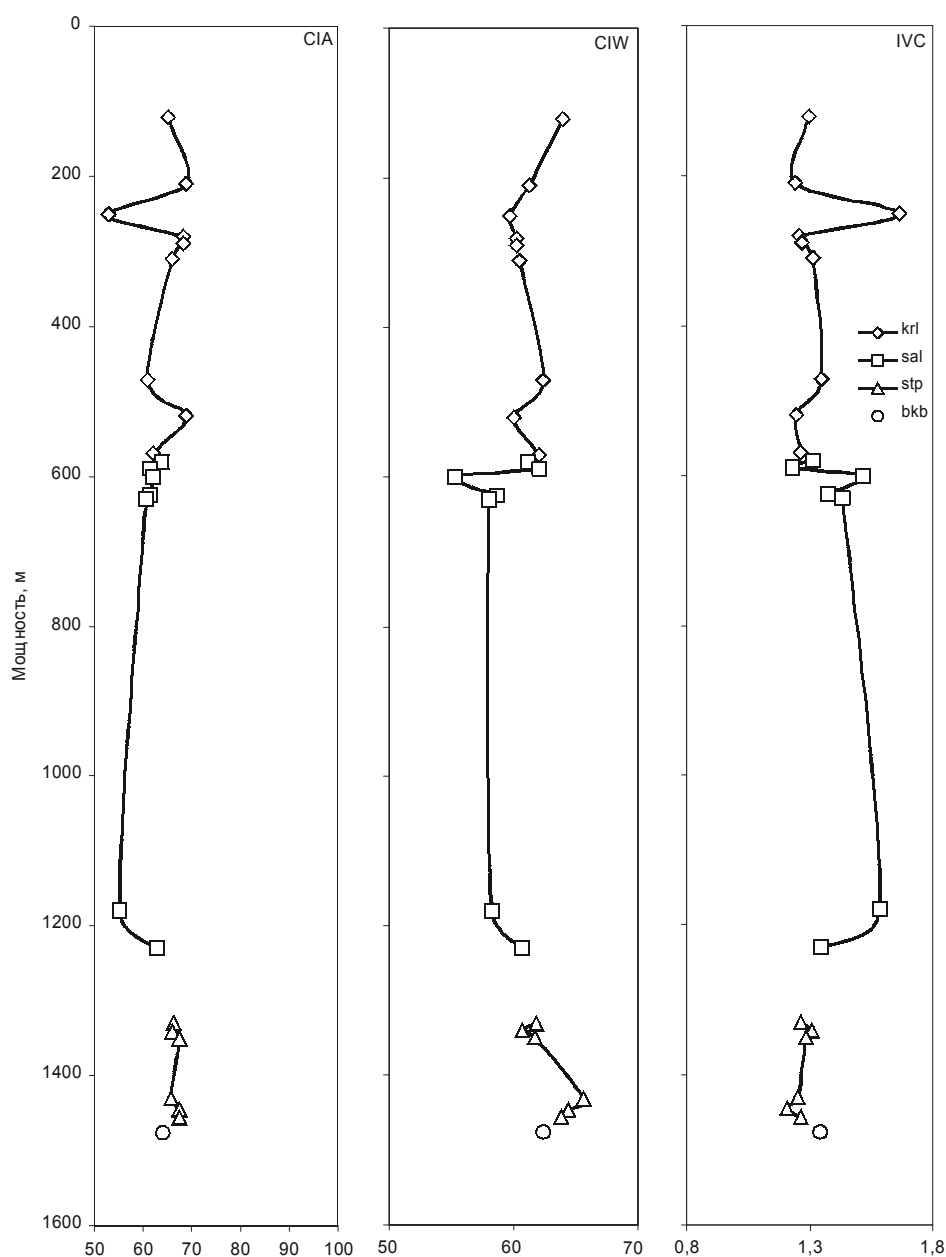


Рис. 2. Вариации (снизу вверх по разрезу каировской и шкаповской серий) значений основных палеоклиматических индексов в аргиллитах.

Условные обозначения см. на рис. 1.

снижаются. Величина LREE/HREE в аргиллитах каировской и шкаповской серий испытывает определенные вариации, однако какой-либо ясно выраженной тенденции к снижению или увеличению ее снизу вверх по разрезу мы не видим; также примерно постоянным остается и значение европиевой аномалии (рис. 5). Наконец, величина отношения K_2O/Al_2O_3 только в 3 из 23 про-

ношения K_2O/Al_2O_3 в осадках, накапливавшихся под влиянием процессов рециклинга, не превышает 0.3.

В случае тонкозернистых терригенных пород каировской и шкаповской серий содержания U снизу вверх по разрезу венда практически не меняются, оставаясь в пределах 0.5-4 г/т, тогда как содержания Sr обнаруживают тенденцию к некоторому снижению (рис. 4). Содержания Th в аргиллитах старопетровской и салиховской свит сопоставимы и не обнаруживают каких-либо заметных изменений снизу вверх по разрезу этих свит, а в породах карлинской свиты содержания тория заметно меньше, хотя разброс значений возрастает. Содержания Y в аргиллитах венда также сверху по разрезу

анализированных образцов превышает значение 0.3, что указывает на неоднократное переотложения обломочного материала перед его окончательным захоронением. Все сказанное выше позволяет, с определенной долей вероятности, считать, что среди тонкозернистой алюмосиликокластики в разрезе венда Шкаповско-Шиханской впадины заметную роль играет рециклированный материал.

Полученные нами данные позволяют сделать следующие выводы.

На протяжении всего времени формирования осадочных последовательностей каировской и шкаповской серий в область седиментации поступал относительно слабо преобразованный процессами выветривания на палеово-

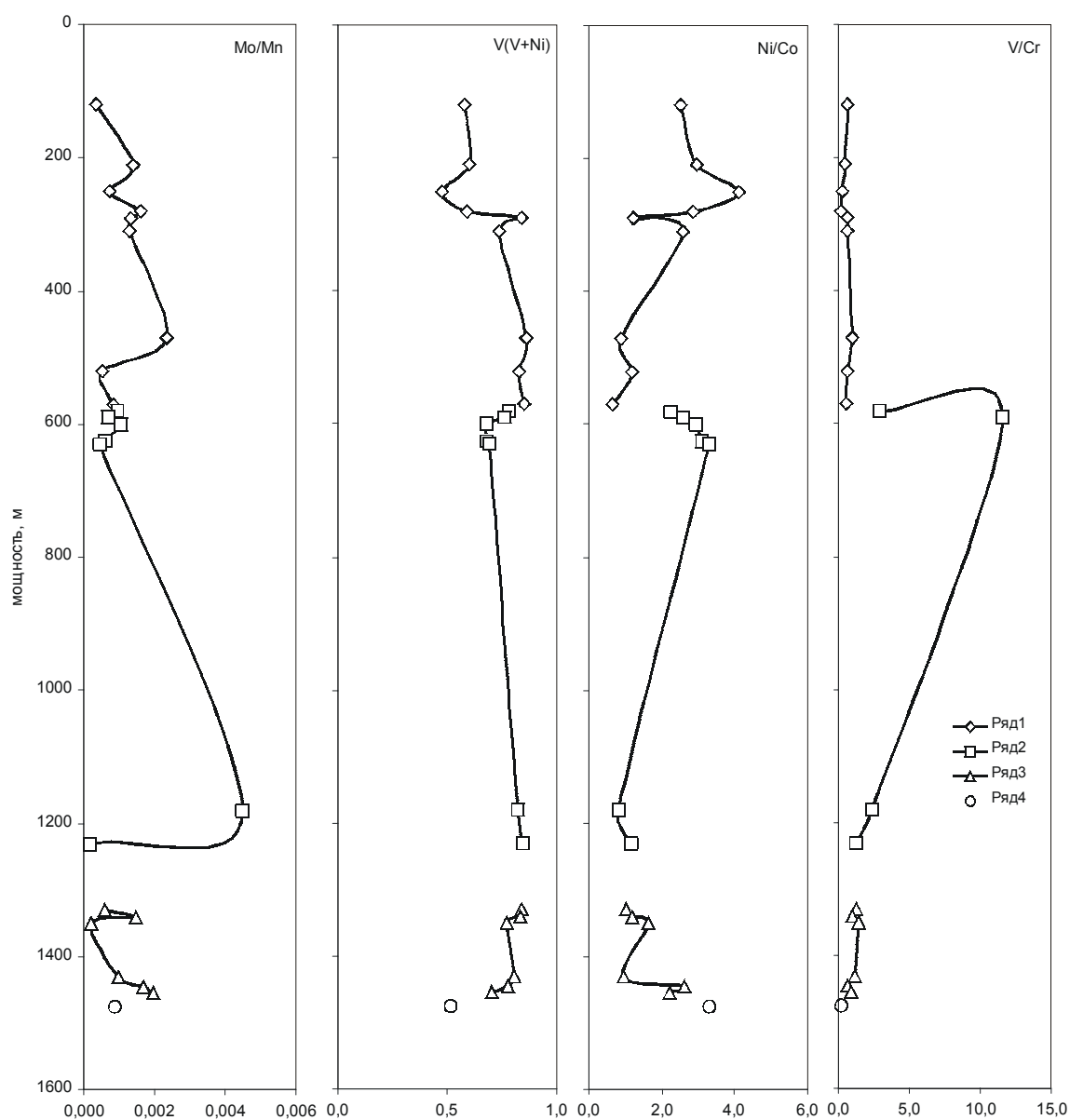


Рис. 3. Изменение (снизу вверх по разрезу венда Шкаповско-Шиханской впадины) значений отношений Mo/Mn, V/(V+Ni), Ni/Co и V/Cr в аргиллитах.

Условные обозначения см. на рис. 1.

досборах материал, формировавшийся, скорее всего, в аридных или семиаридных обстановках. Наиболее петрохимически зрелыми во всем разрезе венда Шкаповско-Шиханской впадины являются аргиллиты байкибашевского уровня.

Выявленная нами для Шкаповско-Шиханской впадины общая закономерность изменения снизу вверх по разрезу венда значений гидролизатного и алюмокремниевого модулей, а также индексов CIA, CIW и IVC в аргиллитах, кардинальным образом отличается от той, что ха-

рактерна для вендской последовательности Беломорско-Кулойского плато (северная периферия палеоконтинента Балтика в современных координатах) [Гражданкин и др., 2005], где установлен отчетливый тренд к росту степени зрелости тонкой алюмосиликокластике вверх по разрезу, обусловленный нарастающим вовлечением в размыв на палеоводосборах продуктов выветривания, сформированных в условиях гумидного климата.

Полученные нами новые данные с ис-

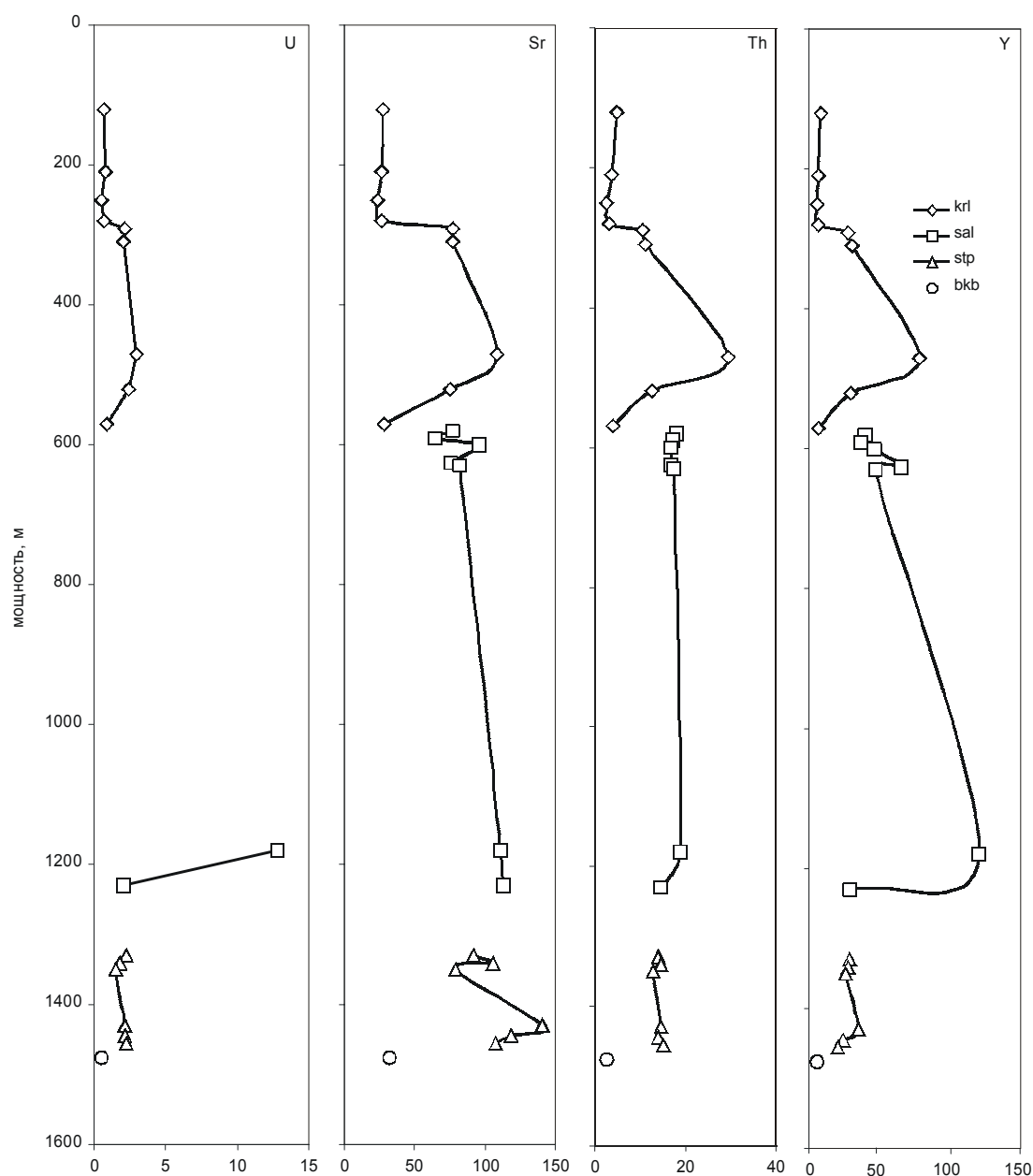


Рис. 4. Вариации содержаний U, Sr, Th и Y в аргиллитах снизу вверх по разрезу кайровской и шкаповской серий.

Условные обозначения см. на рис. 1.

пользованием серии частных проб позволяют со значительной долей уверенности считать, что на всем протяжении венда в придонном слое бассейна восстановительных обстановок не существовало. Ранее подобный вывод был сделан и на основе анализа средних для свит значений индикаторных отношений [Маслов, Ишерская, 2004].

Изменение в аргиллитах снизу вверх по

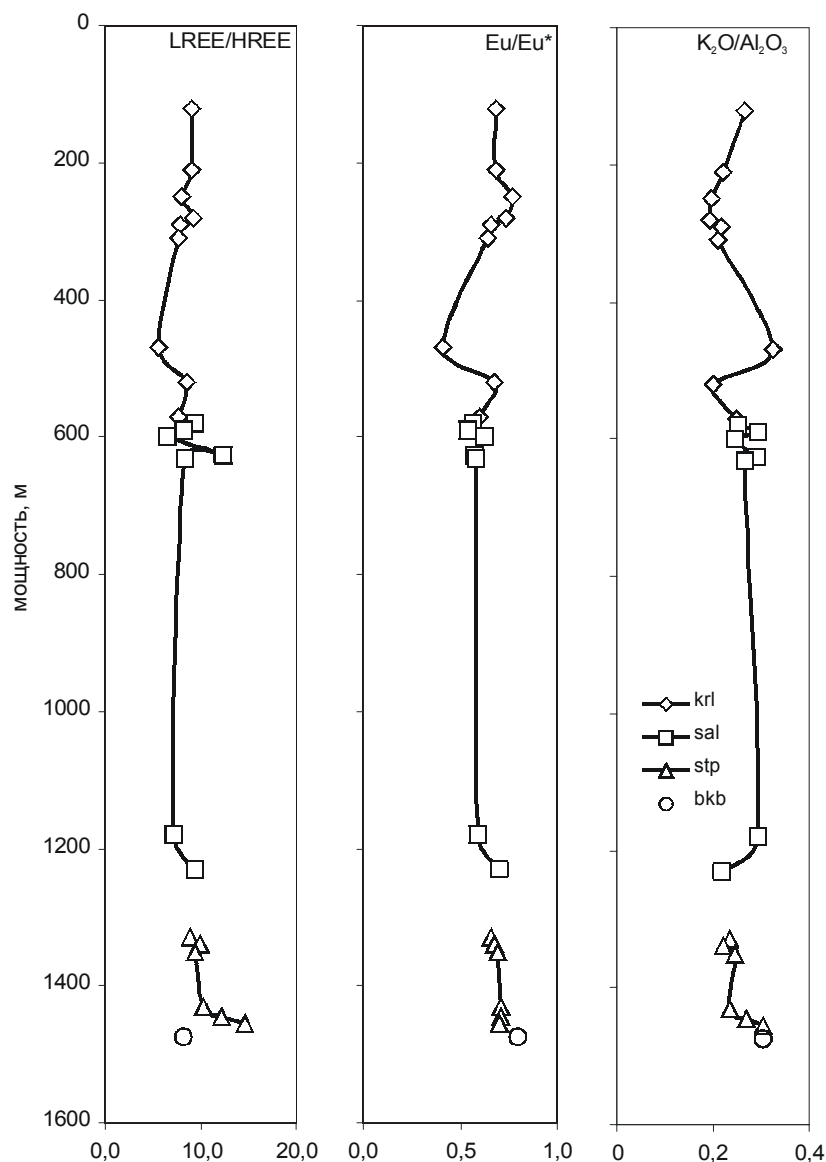
разрезу венда Шкаповско-Шиханской впадины содержаний относительно растворимых и нерастворимых элементов и величин LREE/HREE и Eu/Eu* не несет точной информации о влиянии процессов рециклинга на формирование осадочного выполнения бассейна, однако преобладание среди проанализированных нами образцов аргиллитов с $K_2O/Al_2O_3 < 0.3$ позволяет с определенной долей вероятности считать, что

Рис. 5. Изменение величин отношений LREE/HREE, Eu/Eu* и K_2O/Al_2O_3 в аргиллитах каировской и шкаповской серий (снизу вверх по разрезу).

Условные обозначения см. на рис. 1.

среди тонкозернистой алюмосиликокластики заметную роль играет как «first cycle», так и рециклированный материал. Возможно, это в какой-то степени влияет на согласованность приведенных выше данных об окислительно-восстановительных обстановках, а также на выводы, полученные при анализе характера распределения в разрезе венда значений палеоклиматических индикаторов и модулей.

Использование частных проб, имеющих точную привязку к сводному разрезу каировской и шкаповской серий, позволило также отметить ряд достаточно ярко выраженных рубежей, на которых происходит изменение нескольких лито- и геохимических параметров. Один из них расположен несколько ниже подошвы верхней трети карлинской свиты (проба ИМ-14, интервал 2506-2509 м, скв. 1 Кипчак) и маркируется резким уменьшением значений гидролизатного и алюмокремниевого модулей, что предполагает поступление в бассейн существенно менее преобразованного, чем до и после, процессами выветривания материала. Индекс CIA в аргиллитах этой пробы также существенно ниже, а индекс IVC – выше, чем в подстилающих и перекрывающих образованиях. Показательно, однако, что аргиллиты пробы ИМ-14 характеризуются весьма низким значением отношения K_2O/Al_2O_3 , что свидетельствует скорее против предположения о поступлении в область седиментации достаточно свежего, возможно, «first cycle», материала.



Сравнение общих тенденций изменения значений ряда индикаторных отношений в серии частных проб позволяет также заметить различия в характере размывавшегося на палеоводосборах комплекса пород (сравни отношения LREE/HREE и Eu/Eu* в аргиллитах байкибашеской и нижней части старопетровской свиты), тогда как степень петрохимической зрелости аргиллитов из названных интервалов разреза достаточно близка (сравни величины ГМ, АМ, CIA, CIW и IVC).

Несомненно, что внимательное рассмотрение различных кривых, построенных по результатам исследования совокупностей частных проб, имеющих четкую привязку к шкале «условного времени», может дать в будущем много новой информации относительно изменений обстановок осадконакопления, состава источни-

ков сноса, окислительно-восстановительных особенностей придонных вод и степени зрелости поступавшей в бассейн тонкой алюмосиликокластики; часть этой информации может иметь и корреляционное значение.

Исследования по данной теме выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант 03-05-64121) и Программы Президиума РАН № 25 «Происхождение и эволюция биосферы».

Список литературы

- Алиев М.М., Морозов С.Г., Постникова И.Е. и др. Геология и нефтегазоносность рифейских и вендских отложений Волго-Уральской провинции. М.: Недра, 1977. 157 с.
- Аксенов Е.М. История геологического развития Восточно-Европейской платформы в позднем протерозое: Дис. ... докт. геол.-мин. наук в форме научного доклада. С-Пб: ИГГД РАН, 1998. 106 с.
- Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А. Аноксический ранне-меловой бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полез. ископаемые. 2002. № 4. С. 359-380.
- Гражданкин Д.В., Подковыров В.Н., Маслов А.В. Палеоклиматические обстановки формирования верхневендских отложений Беломорско-Кулойского плато (Юго-Восточное Беломорье) // Литология и полез. ископаемые. В печати.
- Иванова Т.В., Едренкина О.К. О некоторых палеогеографических особенностях эпох образования рифейско-вендских (бавлинских) отложений западных районов Башкирии, выявленных геохимическими методами // Геологическое строение и перспективы нефтеносности Башкирии. Уфа: УфНИИ, 1971. С. 118-127.
- Иванова З.П., Клевцова А.А. Условия накопления додевонских отложений северо-востока Русской платформы в связи с оценкой перспектив их нефтегазоносности // Геологическое строение и нефтегазоносность Пермской области и Прикамья. М.: Гостоптехиздат, 1960. С. 151-168.
- Иванова З.П., Веселовская М.М., Клевцова А.А. и др. Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы. Т. I. Доордовикские отложения центральных и восточных областей Русской платформы. Л.: Недра, 1969. 168 с.
- Интерпретация геохимических данных / Под ред. Е.В. Склярова. М.: Интермет Инжиниринг, 2001. 288 с.
- Ишерская М.В., Романов В.А. Сопоставление венд-верхнерифейских отложений Башкирии // Верхний докембрий Южного Урала и востока Русской плиты. Уфа: УНЦ РАН, 1993. С. 14-23.
- Лагутенкова Н.С., Чепикова И.К. Верхнедокембрийские отложения Волго-Уральской области и перспективы их нефтегазоносности. М.: Наука, 1982. 110 с.
- Масагутов Р.Х. Литолого-стратиграфическая характеристика и палеогеография позднего докембрия Башкирского Приуралья. М.: Недра, 2002. 224 с.
- Маслов А.В., Ишерская М.В. Основные черты стратиграфии и палеогеографии позднего венда западного склона Южного Урала и прилегающих районов востока Русской платформы // Палеогеография венда-раннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. С. 30-43.
- Маслов А.В., Ишерская М.В. Петро- и геохимические особенности аргиллитов верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины как индикаторы условий их формирования, состава и эволюции источников сноса (предварительные данные) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 87-103.
- Маслов А.В., Гареев Э.З., Крупенин М.Т. Терригенные осадочные последовательности типового разреза рифея: соотношение процессов рециклинга и привноса «first cycle» материала // Геохимия. В печати.
- Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Петров Г.А. К оценке редокс-обстановок рифейских и вендских бассейнов осадконакопления западного склона Урала // Литосфера. 2003. № 2. С. 75-93.
- Постникова И.Е. Верхний докембрий Русской плиты и его нефтеносность. М.: Недра, 1977. 222 с.
- Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области / Е.М. Аксенов, В.И. Козлов. Объяснительная записка. Уфа: ИГ УНЦ РАН, ЦНИИГеолнеруд, БашНИПИНефть, 2000. 81 с.
- Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Отв. ред. Келлер Б.М. и Чумаков Н.М. М.: Наука, 1983. 184 с.
- Холодов В.Н., Недумов Р.И. О геохимических критериях появления сероводородного заражения в водах древних водоемов // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 12. С. 74-82.
- Холодов В.Н., Пауль Р.К. Фации и генезис фосфоритов Каратау. Сообщение 1. Вендско-кембрийский палеоводоем и морфометрия фосфатных пеллет // Литология и полез. ископаемые. 1999. № 4. С. 350-367.
- Юдович Я.Э. Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. С-Пб.: Наука, 2000. 479 с.
- Cox R., Lowe D. A conceptual review of regional-scale controls on the composition of clastic sediment and the co-evolution of continental blocks and their sedimentary cover // J. Sed. Res. 1995. V. A65. P. 1-12.

Cox R., Lowe D.R., Cullers R.L. The influence of sediment recycling and basement composition on evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States // *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1995. V. 59. P. 2919-2940.

Harnois L. The CIW index: a new chemical index of weathering // *Sed. Geol.* 1988. V. 55. № 3-4. P. 319-322.

Hatch J.R., Leventhal J.S. Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. // *Chem. Geol.* 1992. V. 99. P. 65-82.

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

Jones B., Manning D.A.C. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones // *Chem. Geol.* 1994. V. 111. P. 111-129.

Nesbitt H.W., Young G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // *Nature.* 1982. V. 299. P. 715-717.

Rachold V., Brumsack H.-J. Inorganic geochemistry of Albian sediments from the Lower Saxony Basin NW Germany: palaeoenvironmental constraints and orbital cycles // *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 2001. V. 174. P. 121-143.

Visser J.N.J., Young G.M. Major element geochemistry and paleoclimatology of the Permo-Carboniferous glaciogene Dwyka Formation and post-glacial mudrocks in Southern Africa // *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 1990. V. 81. P. 49-57.