

**К РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОСОЛЕННОСТИ
СЕДИМЕНТАЦИОННОГО БАССЕЙНА, СУЩЕСТВОВАВШЕГО В ВЕНДЕ
В ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И СРЕДНЕГО УРАЛА:
предварительные данные**

А.В. Маслов, А.Ю. Корнилова

Расшифровка обстановок накопления отложений венда Среднего Урала является одной из задач, решаемых нами в рамках гранта РФФИ 03-05-64121. Определенные суждения о характере палеосолености поздневендского бассейна могут быть получены по седиментологическим материалам, однако для повышения достоверности этих выводов весьма желательно подкрепление их независимыми данными, что и являлось целью наших исследований.

Реконструкция солености позднедокембрийских осадочных бассейнов, для которых использование фаунистических остатков (в обычном смысле слова) является невозмож-

ным, представляет, на первый взгляд, неразрешимую задачу. Однако качественное представление о солености вод подобных бассейнов все же может быть получено на основе геохимических данных.

Использование геохимических материалов для реконструкции солености древних водоемов имеет уже достаточно длительную историю. Уже в конце 1950-х гг. благодаря исследованиям Э.Т. Дегенса с соавторами [Degens et al., 1957, 1958] было показано, что по соотношению в глинистых породах бора, галлия и рубидия может быть достаточно успешно произведено разделение отложений, формировавших-

ся в пресноводных и морских обстановках, при этом бор и рубидий накапливаются в повышенных количествах в отложениях морского генезиса, а галлий концентрируется преимущественно в тонкозернистых терригенных осадках, сформированных в пресноводных обстановках.

Несколько больше преимуществ имеет определение палеосолености по содержаниям в тонкой фракции глинистых пород нескольких элементов таких, как бор, галлий, рубидий, литий и ванадий [Degens et al., 1957, 1958; Keith, Degens, 1959; Curtis, 1964; Potter et al., 1963; Walker, Price, 1963]. Существует и ряд других подходов [Walker, 1964; Spears, 1965].

Содержания В в глинистых породах зависит в общем случае от состава пород питающей провинции, климатических обстановок осадконакопления (в отложениях аридного климата содержания бора выше), состава собственно глинистых минералов (наибольшие содержания бора характерны для иллита, меньше его присутствует в монтмориллоните, хлорите и каолините) и степени отсортированности материала (максимальные содержания бора наблюдаются в наиболее хорошо отмученных тонких глинистых осадках). Однако исследованиями К. Уолкера [Walker, 1964; Walker, Price, 1963] было показано, что влияние палеосолености на содержание В в глинистой фракции пород значительно превосходит роль всех других факторов.

Большинство исследователей согласно в том, что корректное использование содержаний В и других микроэлементов для реконструкции палеосолености возможно только для отложений, сформированных в едином (одном) бассейне, при неизменном составе источников сноса и палеоклимате.

Поздневендские осадочные образования сылвицкой серии верхнего венда Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория объединяют старопечнинскую, перевалокскую, чернокаменскую и усть-сылвицкую свиты [Аблизин и др., 1982; Стратиграфические схемы ..., 1993]. *Старопечнинская свита* (до 500 м) представлена в нижней части редкогалечниковыми конгломератами, а в верхней – темноокрашенными песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами. На подстилающих отложениях серебрянской серии породы старопечнинской свиты залегают с перерывом и выполняют серию врезанных долин [Аблизин и др., 1982; Гражданкин и др., в печати]. *Перевалокская свита* объединяет темно-серые аргиллиты, песчаники и

гравелиты. Мощность ее не превышает 300 м. Выше наблюдается мощная (до 1500-1800 м) последовательность преимущественно зеленовато-серых мелкозернистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, выделяемая в *чернокаменскую свиту*. Завершают разрез сылвицкой серии полимиктовые и полевошпато-кварцевые песчаники с маломощными прослоями алевролитов и аргиллитов, относящиеся к *усть-сылвицкой свите* (500-600 м).

Согласно данным ранее проведенных исследований в разрезах старопечнинского уровня доминируют прибрежно-морские и мариногляциальные образования [Чумаков, 1996 и др.]. В перевалокское время на территории Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория, по всей видимости, преобладало накопление достаточно глубоководных тонкозернистых терригенных осадков. Исходя из значений отношения $Sr/Ba \sim 0.1-0.4$ в аргиллитах чернокаменского уровня, бассейн осадконакопления этого времени рассматривался Ф.А. Курбацкой и Б.Д. Аблизиным [1970] как достаточно опресненный [Курбацкая, Аблизин, 1970]. Формирование преимущественно песчаниковых отложений усть-сылвицкой свиты происходило в мелководной прибрежной зоне [Кухаренко, 1962]. По данным М.Л. Ключиной (1969 г.), исходя из особенностей слоистости, отложения усть-сылвицкой свиты следует рассматривать как прибрежно-морские или континентальные. Выполненное нами [Маслов, 2003; Маслов и др., 2003, 2004] изучение разрезов сылвицкой серии позволило установить, что накопление отложений чернокаменской свиты происходило в основном в продельтовых обстановках. Присутствие в разрезах свиты про- и рециклитов, указывает на существенные вариации глубины бассейна и достаточно масштабные миграции фациальных поясов. Смена фаций снизу вверх по разрезу нижней подсвиты чернокаменской свиты указывает на постепенное обмеление бассейна седиментации. Седиментологические особенности пород усть-сылвицкой свиты [Маслов, 2003] позволяют предполагать, что накопление исходных для них осадков происходило в дистальных аллювиальных обстановках или в периферических частях аллювиальных конусов выноса. Таким образом, на основе материалов седиментологических исследований можно предполагать, что бассейн седиментации второй половины поздневендского времени, существовавший в области сочленения Восточно-Ев-

Содержания В, Ga и Rb (г/т) в тонкой фракции аргиллитов венда
Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория

Свита	Керноская		Старопечнинская		Перевалокская		Чернокаменная				
							Нижняя и средняя часть		Верхняя часть		
№№ проб	us-18	us-23	us-29	us-30	us-34	us-35	us-24	us-26	us-46	us-48	us-54
Rb	154	166	204	222	204	231	210	217	222	210	227
B	41	15	18	33	22	33	15	19	41	26	33
Ga	15	10	9	12	9	12	9	9	12	13	13

ропейской платформы и Среднего Урала, характеризовался заметной опресненностью.

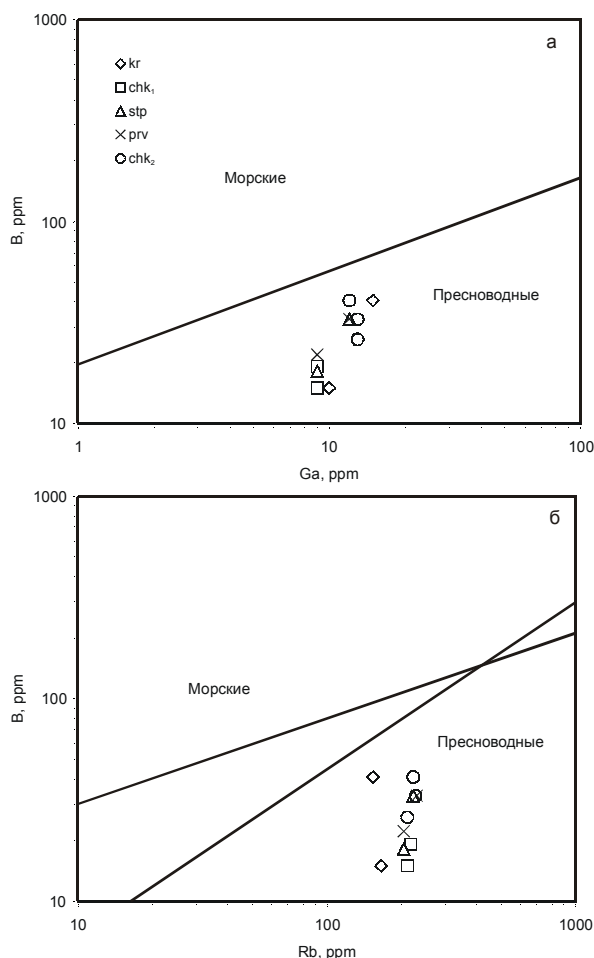
Нами для уточнения характера солёности этого бассейна использованы парные диаграммы В-Ga и В-Rb, а также тройная диаграмма В-Ga-Rb, предложенные Э. Дегенсом с соавторами [Degens et al., 1957, 1958]. Определение содержаний В и Ga в тонкой фракции аргиллитов керносской, старопечнинской, перевалокской и чернокаменной свит выполнено приближенно-количественным спектральным анали-

зом в спектральной лаборатории СНИИГГиМС (аналитик Н.А. Власова), определение содержаний Rb произведено в Аналитическом центре ОИГГМ СО РАН (аналитик Л.Д. Иванова). Результаты анализов приведены в **табл.**

Первое, что обращает на себя внимание, это относительно низкие, от 15 до 41 г/т, содержания В в тонкой фракции аргиллитов. По данным П. Поттера с соавторами [Potter et al., 1963], такие низкие содержания бора типичны для отложений пресноводных водоемов¹.

На парных диаграммах В-Ga и В-Rb фигуративные точки составов тонкой фракции аргиллитов (менее 0.001 мм) также попадают в поле составов, типичных для пресноводных отложений (**рис. 1**).

На тройной диаграмме В-Ga-Rb все фигуративные точки составов тонкой фракции аргиллитов локализованы очень близко к верши-



¹ Ранее подобные исследования были предприняты для рифейских отложений Башкирского мегантиклинория [Маслов, 2000; Маслов и др., 2000], которые, по данным детальных литолого-фациальных исследований, накапливались в мелководно-морских и собственно морских обстановках. Содержания В в них были существенно более высокими, чем в рассматриваемом нами случае, и варьировали от 80 до 130 г/т.

Рис. 1. Положение фигуративных точек составов тонкой фракции аргиллитов венда Кваркушско-Каменногорского мегантиклинория на диаграммах В-Ga (а) и В-Rb (б).

Свиты: kr – керноская; stp – старопечнинская; prv – перевалокская; chk₁ – нижняя часть чернокаменной свиты; chk₂ – верхняя часть чернокаменной свиты (правый борт долины р. Усьвы у Красной горы).

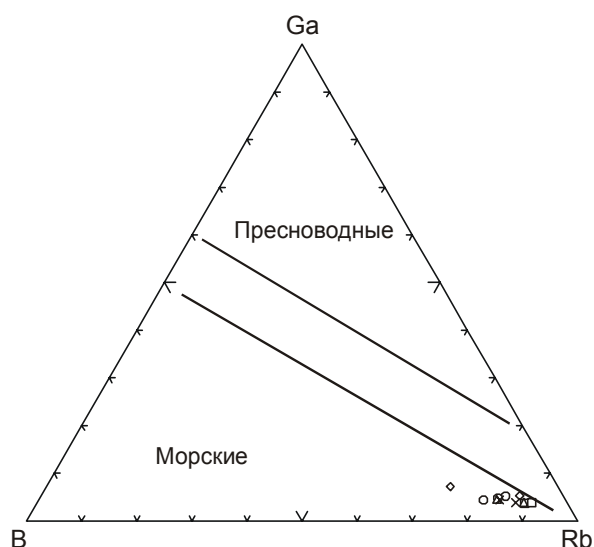


Рис. 2. Положение фигуративных точек составов тонкой фракции аргиллитов венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория на диаграмме B-Ga-Rb.

Условные обозначения см. на рис. 1.

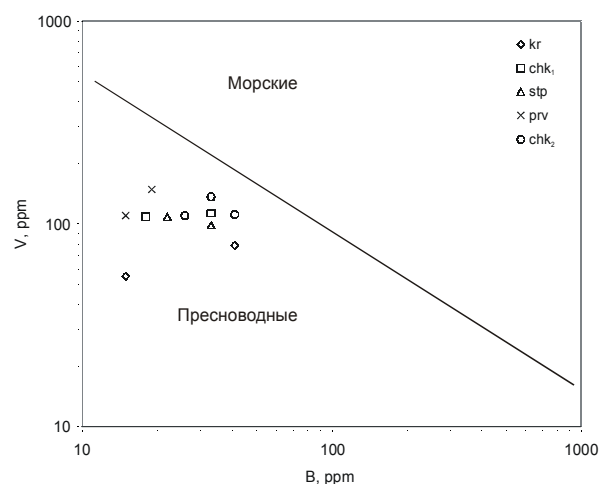


Рис. 3. Положение фигуративных точек составов тонкой фракции аргиллитов венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория на диаграмме B-V.

Условные обозначения см. на рис. 1.

не Rb, но в поле составов, типичных для морских обстановок (рис. 2). Нам, однако, представляется, что столь близкое расположение точек к полюсу Rb при весьма низких содержаниях бора, не позволяет с достаточной степенью уверенности использовать эту диаграмму для реконструкции палеосолёности.

Для получения большей определенности нами построена диаграмма B-V (рис. 3), предложенная П. Поттером с соавторами [Potter et al., 1963]. На ней все фигуративные точки тонкой фракции аргиллитов керносской, старопечнинской, перевалокской и чернокаменской свит оказались локализованы в поле составов типичных для пресноводных водоемов.

Таким образом, проведенные нами исследования позволили установить, что накопление верхневендских осадочных образований Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория происходило, в первом приближении, в обстановках скорее всего пресноводных или близких к опресненным. Этот вывод носит, естественно, предварительный характер и для более корректных суждений требуется, во-первых, существенное расширение базы данных, а во-вторых, использование возможно большего числа различных геохимических методов реконструкции характера среды осадконакопления.

Интересно отметить, что сделанный нами вывод, пусть и предварительный, об опресненности вендского бассейна осадконакопления, существовавшего в области сочленения Восточно-Европейской платформы и Среднего Урала, не согласуется с предположением С.Б. Фелицына [2004] о накоплении в поздневендской последовательности Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория фосфатов за счет выноса их из опресненных эпиконтинентальных бассейнов котлинского времени, существовавших в центральных частях Восточно-Европейской платформы, и осаднения в морских бассейнах, окружавших палеоконтинент Балтику. Как мы видим, на рассматриваемой территории бассейн был достаточно опресненным, что должно было препятствовать осаднению фосфатов и здесь.

Авторы выражают искреннюю признательность Е.А. Предтеченской (СНИИГиМС, г. Новосибирск) за помощь в проведении аналитических работ.

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

Список литературы

- Аблизин Б.Д., Ключина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М. Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. 140 с.
- Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Мاستилл Т., Крупенин М.Т. Беломорская биота эдиакарского типа на Среднем Урале // Докл. АН. В печати.
- Ключина М.Л. Литология и условия образования ашинской серии Среднего Урала. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Свердловск: ИГТ УФАИ СССР, 1969. 220 с.
- Курбацкая Ф.А., Аблизин Б.Д. К палеогеографии терригенных толщ верхнего докембрия западного склона Среднего Урала (западная подзона Вишерско-Чусовского антиклинория) // Геология и петрография западного Урала. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета, 1970. С. 109-126.
- Кухаренко А.А. Литология и условия формирования ашинской серии западного склона Среднего Урала // Вопросы литологии и палеогеографии. Уч. записки ЛГУ. Сер. геол. наук. 1962. № 310. С. 245-274.
- Маслов А.В. К реконструкции палеосолености седиментационных бассейнов рифея западного склона Южного Урала // Осадочные бассейны: закономерности строения и эволюции, минерагения. Мат-лы 4 регионального Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2000. С. 78-80.
- Маслов А.В. Тектурные особенности пород усть-сылвицкой свиты верхнего венда в типовом разрезе: к интерпретации условий формирования // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 65-69.
- Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т. Седиментационные особенности пород и условия формирования осадочных последовательностей нижней подсвиты чернокаменной свиты венда в бассейне р. Сылвица // Ежегодник-2002. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2003. С. 70-82.
- Маслов А.В., Гражданкин Д.В., Крупенин М.Т. Чернокаменная свита бассейна р. Усьва на Среднем Урале (особенности строения, седиментология, условия формирования) // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2004. С. 65-86.
- Маслов А.В., Ронкин Ю.Р., Крупенин М.Т., Гарева Э.З. Рифейские седиментационные бассейны Южного Урала (палеогеография, палеоклимат, источники сноса и палеосоленость водоемов) // Осадочные бассейны Урала и прилегающих регионов: закономерности строения и минерагении. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2000. С. 28-52.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: Роскомнедра, ИГТ УрО РАН, 1993. 172 л.
- Фелицын С.Б. Вулканизм, выветривание и вариации цикла фосфора в венде на Восточно-Европейской платформе // Литология и полез. ископаемые. 2004. № 4. С. 375-786.
- Чумаков Н.М. Тиллиты и тиллоиды западного склона Среднего Урала // Разрезы верхнего рифея, венда и нижнего палеозоя Среднего и Южного Урала. Путеводитель геологических экскурсий Всероссий. совещания «Палеогеография венда-раннего палеозоя». Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 1996. С. 74-82.
- Curtis C.D. Studies on the use of boron as a paleoenvironmental indicator // Geochim. Cosmochim. Acta. 1964. V. 28. P. 1125-1137.
- Degens E.T., Williams E.G., Keith M.L. Environmental studies of carboniferous sediments. Part I: Geochemical criteria for differentiating marine from fresh-water shales // AAPG Bull. 1957. V. 41. N 11. P. 2427-2455.
- Degens E.T., Williams E.G., Keith M.L. Environmental studies of carboniferous sediments. Part II: Application of geochemical criteria // AAPG Bull. 1958. V. 42. N 5. P. 981-997.
- Keith M.L., Degens E.T. Geochemical indicators of marine and fresh-water sediments // In: P.H. Abelson (ed.), Researches in Geochemistry. 1959. P. 38-61.
- Potter P.E., Shimp N.F., Witters J. Trace elements in marine and fresh-water argillaceous sediments // Geochim. Cosmochim. Acta. 1963. V. 27. P. 669-694.
- Spears D.A. Boron in some British carboniferous sedimentary rocks // Geochim. Cosmochim. Acta. 1965. V. 29. P. 315-328.
- Walker C.T. Paleosalinity in Upper Visian Yoredale formation of England – geochemical method for location porosity // AAPG Bull. 1964. V. 48. P. 207-220.
- Walker C.T., Price N.B. Departure curves for computing paleosalinity from boron in illites and shales // AAPG Bull. 1963. V. 47. P. 833-841.