

НЕКОТОРЫЕ ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕСЧАНИКОВ РИФЕЯ И ВЕНДА ПЛАТФОРМЕННОГО БАШКОРТОСТАНА

А.В. Маслов

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: maslov@igg.uran.ru

Рифей в Камско-Бельском авлакогене (КБА) представлен всеми тремя эратамами. К нижнему рифею относится кыргинская серия, объединяющая прикамскую, калтасинскую и надеждинскую свиты. Прикамская свита сложена кварцевыми, кварц-полевошпатовыми и аркозовыми песчаниками, аргиллитами, алевролитами, конгломератами и гравелитами. Калтасинская свита представлена карбонатными породами при подчиненной роли тонкозернистых терригенных образований. Надеждинская свита объединяет полевошпато-кварцевые песчаники, алевролиты и аргиллиты; в верхней ее части преобладают тонкозернистые терригенные и карбонатно-терригенные отложения. Тукаевская свита серафимовской серии юрматиния объединяет в основном пестроцветные аркозовые, полевошпато-кварцевые и близкие к ним по составу песчаники. Ольховская свита этого же стратона включает пестроцветные и темноцветные аргиллиты, мергели, алевролиты и доломиты. Абдулинская серия каратавия включает усинскую, леонидовскую, приутовскую и шиханскую свиты. Усинская свита сложена пестро- и сероцветными полевошпато-кварцевыми и аркозовыми песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Леонидовская свита представлена пестро- и сероцветными кварцевыми песчаниками с каолиновым цементом. Приутовская свита объединяет пестроцветные глинистые сланцы, алевролиты, мергели, доломиты, кварцевые и полевошпато-кварцевые песчаники и терригенно-карбонатные породы. Шиханская свита представлена серо-, зелено- и красноцветными глинистыми и строматолитовыми известняками, доломитами и мергелями.

В конце рифея КБА отмирает и верхневендские образования (каировская и шкаповская серии) формируются в существенно более крупной структуре — Шкаповско-Шиханской впадине (ШШВ). Каировская серия объединяет байкибашевскую и старопетровскую свиты. В составе первой преобладают разно- и крупнозернистые плохо отсортированные кварцевые и полевошпато-кварцевые песчаники с прослоями гравийного материала и редкими гальками калиевых полевых шпатов, жильного кварца и кристаллических пород, встречаются прослойки гравелитов, а в верхней части присутствуют алевропесчаники с многочисленными тонкими пропластками алевроаргиллитов. Вторая слагается пестроцветными алевро-аргиллитовыми породами, содержащими переменное количество песчаного полевошпато-кварцевого и полимиктового материала. Шкаповская серия включает салиховскую и карлинскую свиты. Салиховская свита объединяет буровато- и красновато-коричневые, а также зеленовато-серые полевошпато-кварцевые, кварцевые и полимиктовые песчаники и алевролиты с подчиненными прослоями зеленовато-серых и темно-коричневых аргиллитов. Карлинская свита сложена преимущественно зеленовато-серыми, значительно реже темно-коричневыми аргиллитами, содержащими микропрослойки, прослойки и пакеты более светлоокрашенных алевролитов и редко полимиктовых и полевошпато-кварцевых песчаников.

Если петрография песчаников верхнего докембрия КБА и ШШВ достаточно подробно исследована главным образом в середине 1960-х гг., то систематические сведения о литохимических их характеристиках практически отсутствуют и цель настоящей публикации — в какой-то мере заполнить этот пробел. При подготовке данной работы нами использованы данные о химическом составе более 100 образцов псаммитов из коллекции М.В. Ишерской, полученные рентгеноспектральным флуоресцентным методом на VRA-30 в ИГГ УрО РАН (аналитики Н.П. Горбунова, Л.А. Татарина, Г.С. Неупокоева, Г.М. Ятлук и В.П. Власов) (таблица).

На классификационной диаграмме М. Хиррона (Herron, 1988) $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3) - \log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$ точки составов песчаников рифея и венда КБА достаточно равномерно распределены в полях аркозов, литаренитов, сублитаренитов и субаркозов. Даже точки песчани-

ков леонидовского уровня расположены почти во всех перечисленных классификационных полях, что связано с присутствием в них значительной доли каолинового цемента (преобразованные процессами выветривания или внутрислойными трансформациями зерна кластогенных калиевых полевых шпатов?).

Таблица
Медианное, минимальное и максимальное содержания основных породообразующих оксидов (мас. %) в песчаниках верхнего докембрия платформенного Башкортостана

Компоненты /свиты	Прикам-ская	Надеж-динская	Тукаев-ская	Усинская	Леони-довская	Байкиба-шевская	Старо-петровская	Салихов-ская	Карлин-ская
SiO ₂	87.00±17.18 56.27–89.20	84.00±6.41 80.00–93.40	92.18±6.91 65.54–96.00	85.72±7.32 71.00–91.48	88.17±7.74 69.12–95.79	78.55±4.18 74.07–90.30	74.00±4.55 66.98–79.50	74.74±5.89 63.97–87.50	73.00±6.77 66.00–88.00
TiO ₂	<u>0.14±0.13</u> 0.07–0.39	<u>0.19±0.13</u> 0.10–0.36	<u>0.09±0.12</u> 0.06–0.54	<u>0.13±0.12</u> 0.08–0.39	<u>0.10±0.15</u> 0.06–0.59	<u>0.29±0.10</u> 0.11–0.53	<u>0.28±0.13</u> 0.21–0.59	<u>0.43±0.13</u> 0.28–0.73	<u>0.54±0.21</u> 0.15–0.77
Al ₂ O ₃	<u>6.32±5.46</u> 5.04–18.21	<u>7.90±2.44</u> 4.08–9.26	<u>4.11±2.83</u> 2.64–15.00	<u>7.96±4.60</u> 4.27–18.61	<u>7.36±3.12</u> 2.92–13.35	<u>10.27±2.19</u> 6.52–14.99	<u>9.56±1.48</u> 8.99–13.12	<u>11.57±2.64</u> 5.87–17.36	<u>10.82±2.68</u> 6.16–14.87
Fe ₂ O ₃ _{общ}	<u>1.04±0.42</u> 0.86–1.91	<u>2.09±1.12</u> 0.97–3.11	<u>1.10±1.69</u> 0.71–7.96	<u>1.38±1.05</u> 1.02–4.42	<u>1.22±1.30</u> 0.70–5.38	<u>3.89±1.24</u> 1.35–5.77	<u>4.35±1.33</u> 2.92–7.51	<u>4.21±1.16</u> 2.32–6.87	<u>4.20±1.57</u> 1.88–7.00
MgO	<u>3.69±4.17</u> 0.22–8.23	<u>1.13±0.57</u> 0.29–1.39	<u>0.37±0.48</u> 0.23–1.44	<u>0.28±0.25</u> 0.15–0.83	<u>1.76±1.03</u> 0.24–2.21	<u>1.85±0.28</u> 1.33–2.33	<u>1.76±0.70</u> 0.81–2.70	<u>1.51±0.73</u> 0.38–3.42	<u>1.78±0.98</u> 0.26–3.75
CaO	<u>0.29±3.67</u> 0.18–8.55	<u>0.31±0.11</u> 0.22–0.48	<u>0.17±0.17</u> 0.13–0.74	<u>0.27±0.06</u> 0.16–0.34	<u>0.23±0.18</u> 0.15–0.78	<u>0.39±0.28</u> 0.20–0.98	<u>1.00±1.77</u> 0.44–5.16	<u>0.76±0.34</u> 0.29–1.58	<u>0.90±0.65</u> 0.38–2.49
Na ₂ O	<u>0.50±0.58</u> 0.50–1.50	<u>0.93±0.17</u> 0.80–1.20	<u>0.50±0.21</u> 0.50–1.21	<u>0.50±0.00</u> 0.50–0.50	<u>0.50±1.27</u> 0.50–3.80	<u>1.60±0.65</u> 0.50–2.50	<u>2.40±0.78</u> 1.10–3.70	<u>2.40±0.96</u> 1.40–4.40	<u>2.30±0.82</u> 0.90–3.30
K ₂ O	<u>3.11±3.37</u> 2.16–10.30	<u>3.81±1.75</u> 0.88–4.60	<u>0.83±1.66</u> 0.41–6.72	<u>2.67±1.76</u> 0.02–6.02	<u>2.05±0.92</u> 1.19–3.30	<u>1.51±0.50</u> 0.13–1.93	<u>1.60±0.63</u> 0.68–2.67	<u>2.00±0.90</u> 0.62–4.31	<u>1.72±0.97</u> 0.67–3.83
n	5	4	17	12	15	11	9	23	11

Примечание: в числителе — медианное значение и величина стандартного отклонения, в знаменателе — минимальное и максимальное значения; n — число проанализированных образцов.

На диаграмме SiO₂ – (K₂O/Na₂O) (Roser, Korsch, 1986) (рис. 1, а) медианные точки составов песчаников рифея КБА сосредоточены в поле составов, типичных для обстановок пассивных континентальных окраин, тогда как медианные точки псаммитов ШШВ локализованы преимущественно в поле составов, формировавшихся в более активных геодинамических обстановках. Даже с учетом величины стандартных отклонений (СО) хорошо видно, что песчаники каировской и шкаповской серий принципиально отличны от псаммитов рифея (обычно же мы имеем иные соотношения — использование СО в значительной степени нивелирует различия, которые мы видим при анализе тех или иных средних показателей).

На диаграмме F1–F2 (Bhatia, 1983) (рис. 1, б) распределение медианных точек псаммитов различных литостратиграфических единиц не имеет столь отчетливых различий, однако и тут можно видеть, что точки составов песчаников верхнего венда тяготеют к полю составов, типичных для обстановок континентальных вулканических дуг (в этом поле, правда, присутствует и точка песчаников тукаевской свиты), тогда как песчаники рифея сосредоточены в полях пассивных и активных окраин.

Медианные значения индекса химического изменения (СИА) для песчаников рифея составляют от 59 (надеждинский уровень) до 77 (леонидовский уровень); для псаммитов верхнего венда значения СИА составляют 59–63. Гидролизатный модуль в песчаниках рифея составляет от 0,09 до 0,13, тогда как для псаммитов венда он почти в 2 раза выше (байкибашевский уровень — 0,21, салиховская и карлинская свиты — 0,23).

Определенные различия между песчаниками рифея и венда как-будто бы можно видеть и по медианным значениям такого индикаторного отношения как Al₂O₃/SiO₂ (рис. 2, а), однако при учете величин стандартных отклонений они практически полностью нивелируются. Единственное, что следует из данных, приведенных на рис. 2, а — это статистически значимое отличие

песчаников венда от песчаников тукаевской свиты среднего рифея. Вариации же значений Al_2O_3/SiO_2 в песчаниках прикамской свиты практически полностью перекрывают весь спектр величин данного параметра в песчаниках как рифея, так и верхнего венда. По величине отношения TiO_2/Al_2O_3 статистически различны песчаники леонидовской свиты, с одной стороны, и песчаники салиховской и карлинской свит, с другой (см. рис. 2, б). Это вполне можно было бы объяснить тем, что слагающая леонидовские псаммиты кластика подверглась перед окончательным захоронением, по всей видимости, многократному рециклингу, а песчаники верхнего

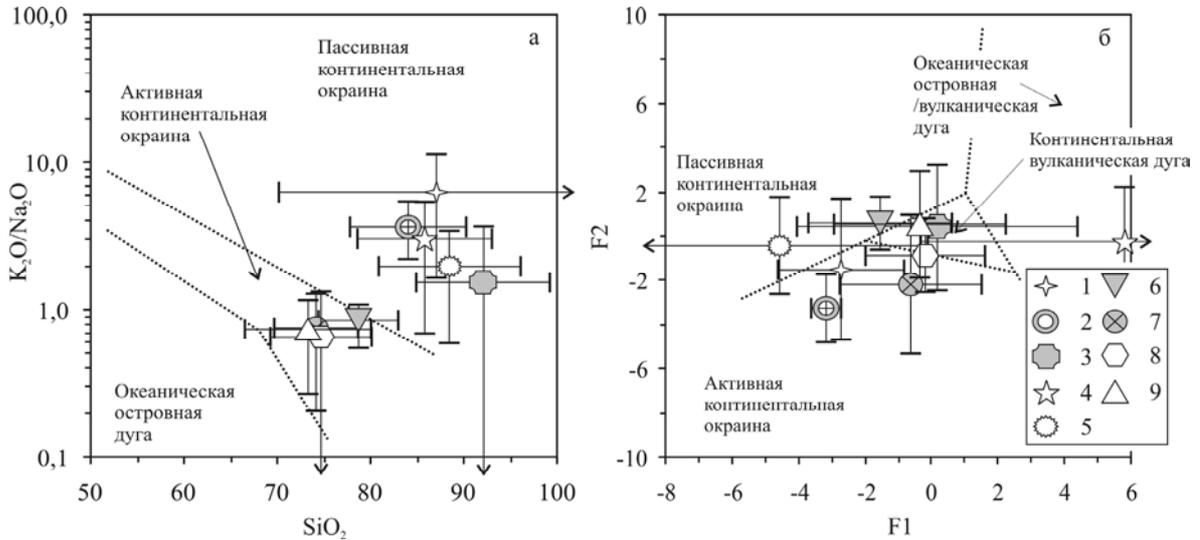


Рис. 1. Положение медианных точек состава песчаников рифея и венда на различных дискриминационных геодинамических диаграммах (свиты: 1 — прикамская; 2 — надеждинская; 3 — тукаевская; 4 — усинская; 5 — леонидовская; 6 — байкибашевская; 7 — старопетровская; 8 — салиховская; 9 — карлинская)

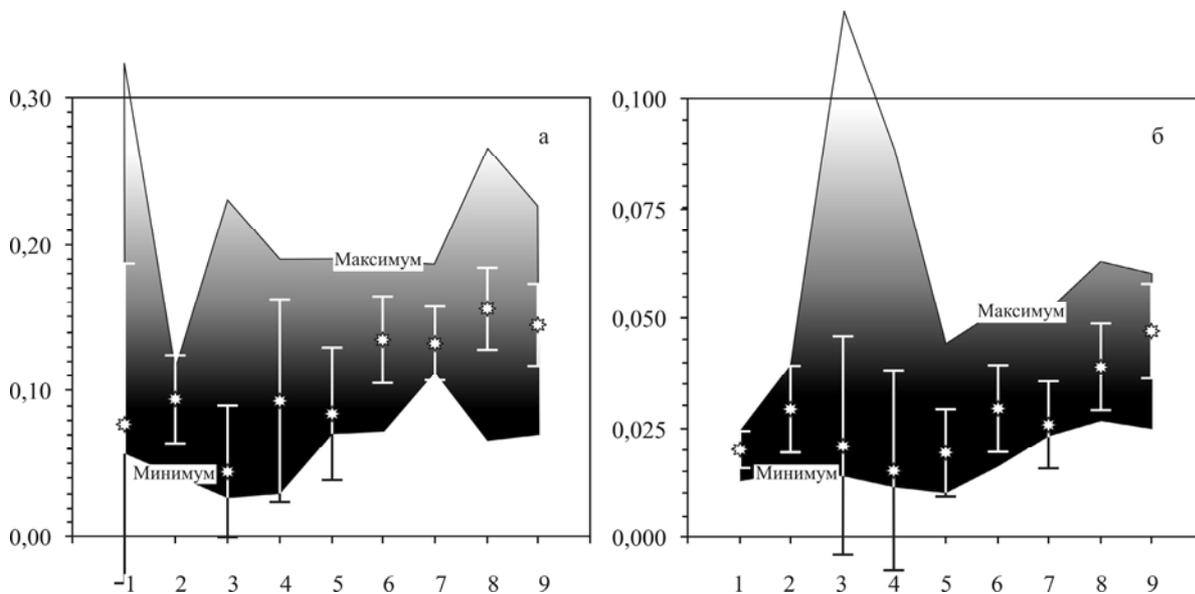


Рис. 2. Вариации медианных, минимальных и максимальных величин Al_2O_3/SiO_2 (а) и TiO_2/Al_2O_3 (б) в песчаниках верхнего докембрия КБА и ШШВ. Условные обозначения см. рис. 1

венда нет и, более того, их формирование было связано, вероятно, с существенным обновлением состава пород на палеоводосборах. Однако, если каолинит в леонидовских песчаниках является тем или иным способом преобразованными калиевыми полевыми шпатами, то приведенные выше соображения нуждаются в существенной коррекции.

На факторной диаграмме F3–F4 (Roser, Korsch, 1988) точки частных составов псаммитов рифея КБА расположены так, что это позволяет сделать вывод о преобладании на палеоводосборах изверженных пород кислого состава и осадочных или метасадочных, богатых кварцем, образований дорифейского проточехла Восточно-Европейской платформы, что не противоречит полученным ранее минералого-петрографическим данным. Аналогичные данные по песчаникам каировской и шкаповской серий ШШВ указывают, как будто бы, на увеличение роли среди источников сноса магматических образований.

Приведенные выше результаты — это, естественно, отражение только первых шагов в полномасштабном исследовании литогеохимии песчаников и тонкозернистых терригенных пород верхнего докембрия КБА и ШШВ. Получение их было бы невозможно без всесторонней помощи автору со стороны М.В. Ишерской и М.Т. Крупенина.

Исследования выполнены при поддержке проекта УрО РАН 09-С-5-1013.

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЗДНЕВЕНДСКИХ МЕЖПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (разрез Усть-Катав)

А.В. Маслов¹, Д.В. Гражданкин²

¹ Институт геологии и геохимии УрО РАН, e-mail: maslov@igg.uran.ru

² Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, e-mail: fboeoua@mac.com

Изучение условий образования примитивных палеопочв, роли педогенных процессов в эволюции процессов выветривания и формировании осадочных последовательностей позднего докембрия и реконструкция характера экосистем в обстановках с периодическим осушением представляют большой интерес для современной геологии. В 2008–2009 гг. нами на северной окраине г. Усть-Катав был описан фрагмент разреза басинской свиты верхнего венда (мощность 34,7 м), в котором наблюдается закономерное чередование пакетов песчаников и пачек алевролитов, позволяющее выделить 4 прогрессивно построенных циклита [1]. В основании каждого из них залегает пакет (мощностью 4,25–4,80 м), сложенный зеленовато-серыми песчаниками без видимой слоистости либо с тонкой ровной, волнистой, косоволнистой, многоэтажной косой и конволютной слоистостью, эрозионной подошвой, текстурами нагрузки и скоплениями окатанных обломков аргиллитов. В верхней части пластов песчаников широко распространены текстуры деформации в виде антиформных складок и подушковидные отдельности. Пласты песчаников в пакетах разделены прослоями и пластами зеленовато-серых, местами пятнистых (пятна светлые зеленовато-серые и темные коричнево-зеленовато-серые) тонкослоистых алевролитов. Песчаниковые пакеты перекрываются пачками зеленовато-серых тонкослоистых алевролитов с маломощными прослоями зеленовато-серых песчаников с тонкой, волнистой, косоволнистой и конволютной слоистостью; местами наблюдается многоэтажная косая слоистость. Вверх по разрезу происходит закономерное уменьшение мощностей пачек алевролитов, венчающих циклиты (от 7,1 м до 2,7 м), а начиная с четвертого циклита окраска алевролитов становится красно-коричневой, при этом в составе пакетов песчаников появляются палеопочвы.

Макроскопическими диагностическими признаками палеопочв в разрезе басинской свиты на северной окраине г. Усть-Катав являются стратификация на почвенные горизонты,