

Р.Г. Ибламинов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ФОРМАЦИИ И ПАЛЕОТЕКТОНИКА БУРЗЯНСКО- КАЛТАСИНСКОГО АВЛАКОГЕНА НА ВОСТОКЕ ВОСТОЧНО- ЕВРОПЕЙСКОГО КРАТОНА

Показано, что Бурзянско-Калтасинский авлакоген начал развиваться на Протоурале в условиях активизации Восточно-Европейского кратона. Охарактеризованы геологические формации Протоуральской и Протокамской частей авлакогена. Выделены тектонические обстановки и типы литогенеза пород заполнения структуры.

Ключевые слова: Прикамье, Урал, рифей, авлакоген, геологические формации, тектонические обстановки.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.87

Введение. На территории Пермского края наиболее древние породы осадочного чехла присутствуют на юго-востоке в Калтасинском авлакогене Русской плиты. Их относят к нижнему рифею (RF₁) с возрастом 1650–1350 млн лет назад. Формирование авлакогена происходило в условиях начала внутриплитной тектоники среднего-позднего протерозоя, когда накапливалась серия протомегакратонных формаций Земного шара.

По данным Б.В. Петрова и К.Э. Якобсона [2], Калтасинский авлакоген переходит к востоку в Камско-Бельский перикратонный прогиб. Авлакоген является структурой синклинального типа с выходящими на довендскую поверхность в краевых зонах древними отложениями, которые к центру сменяются молодыми. Образование авлакогена обусловлено деструкцией суперконтинента Пангея I (Родиния) в раннем рифее [3]. В результате на юго-востоке (в современных координатах) Восточно-Европейского кратона (ВЕК) образовался Бурзянско-Калтасинский рифт, который начинался в районе Краснокамска и продолжался до Троицкой зоны Уралид. Важно отметить, что авлакоген пересекает территорию современного Урала под острым углом 60°.

Бурзянско-Калтасинский бассейн условно можно подразделить на две части: Юго-Восточную (Протоуральскую) и Северо-Западную (Проткамскую). Его формирование, по-видимому, началось в Уральской

мегазоне. Об этом свидетельствуют активные проявления магматизма в основании его Протоуральской зоны.

1. Протоуральская часть Бурзянско-Калтасинского бассейна. Бассейн начал формироваться в Бурзянской структурно-формационной зоне на территории современной Челябинской области Южного Урала и продолжался на северо-запад, в Калтасинскую зону. В Бурзянской части бассейна разрез начинается с айской свиты, состоящей в базальной части из конгломератов, содержащих гальки гнейсов, гранито-гнейсов, гранулитов, железистых кварцитов, что свидетельствует об образовании их в результате размыва тараташского гранулитового мегакомплекса нижнего архея. На конгломератах залегают толща трахибазальтов мощностью 300 – 400 м, состоящая из десятка лавовых покровов с высоким содержанием мантийных элементов (Ti, Zr, Nb, P3Э), калиевым типом щёлочности. Возраст дацитов айской свиты по датировкам цирконов U-Pb методом оценён в 1615 ± 45 млн лет, что соответствует началу раннего рифея. Выше залегают полимиктовые песчаники с пачками конгломератов и прослоями углеродисто-глинистых сланцев, доломитов и известняков, вверху филлитовидных сланцев.

Вышележащая на айской саткинская свита состоит из доломитов, иногда строматолитовых, которым подчинены прослои известняков, углисто-глинистых и известковистых сланцев и залежи метасоматического магнезита. Перекрывающая саткинскую бакальская свита сложена тёмными филлитовидными сланцами, алевролитами, известняками [2].

В конце раннего рифея авлакоген частично испытал инверсию, на что указывают несогласия между бурзянским и вышележащим машакским структурно-вещественным комплексом среднего рифея. Комплекс включает машакскую свиту, представленную базальтами и риолитами с подчинёнными терригенными породами.

С магнезитами саткинской свиты связано Саткинское месторождение, а с сидеритами – месторождения Бакальского рудного поля. В районе Бакала на породах бакальской свиты с угловым и стратиграфическим несогласием залегают породы зигальгинской свиты, относимой к среднему рифею (табл. 1). Породы свиты представлены конгломератами с валунами и галькой карцитов, филлитов и кварца, а в верхней части – кварцитами и песчаниками. Всё это указывает на своеобразие водной среды Уральской части Бурзянско-Калтасинского бассейна, насыщенного гидрокарбонатами кальция, магния и железа. Тип хемогенных осадков свидетельствует о существовании в раннем рифее аридного климата и соответственно аридного вулканогенно-осадочного типа литогенеза (табл. 2).

Таблица 1

Литолого-стратиграфический разрез района Бакальского рудного поля

| Акро- тема | Эонотема | | Эратема, возраст, млн лет | Свита | Состав | Мощ- ность, м |
|--------------------|-----------------------------|---------------|--|---------------------------|--|---------------------|
| Протерозойская, PR | Верхнепротерозойская, PR2 | Рифейская, RF | Среднери- фейская, RF2 (юрматиний), 1350–1030 | Зигазино-кома- ровская | Сланцы филлитовидные, алевролиты | 1200 |
| | | | | Зигальгинская | Кварцитовидные песчаники | 100– 400 |
| | | | Нижнери- фейская, RF1 (бурзяний), 1350–1650 | Бакальская | Глинистые сланцы, извест- няки, 10 пачек доломитов с сидеритом | 1200– 1400 |
| | | | | Саткинская | Сланцы, карбонаты с магне- зитом | 2000– 2400 |
| | | Айская | Базальты субщелочные | 1700– 2500 | | |
| | Нижне- архейская, AR1 | | Саамская (3280–2800) | Тараташский комплекс | Гранитогнейсы, гранулиты | 4800– |

Таблица 2

Распределение геологических формаций в Уральской части Бурзянско-Калтасинского бассейна и обстановки его существования в раннем рифее (снизу – вверх по разрезу)

| Этап | Формация | Мощ- ность, м | Обстановка | Тип лито- генеза |
|-----------------------|---|------------------|----------------------|-------------------------------|
| | - | - | Эмерсив- ная | Арид- ный вулканогенный |
| Поздне- бурзянский | Карбонатно-глинистая пестроцветная лагунная бакальская (RF1b) | 650 | Регрессив- ная | |
| Средне- бурзянский | Карбонатная эвапоритовая саткинская (RF1st) | 5600 | Инунда- ционная | |
| Ранне- бурзянский | Базальная терригенно-вулканогенная айская (RF1ai) | 2000 | Трансгрес- сивная | |

2. Протокамская часть Бурзянско-Калтасинского бассейна. В основании снверо-западной части Бурзянско-Калтасинского авлакогена залегает карачёвская серия мощностью более 970 м, представленная песчаниками, иногда кварцитовидными, гравелитами с прослоями конгломератов и аргиллитов. Эти породы являются продуктами размыва подстилающих гранитоидов кристаллического фундамента.

На карачёвской залегает кирпичная серия, которая подразделена на нижнюю прикамскую (до 1860 м) и орьебашскую. Прикамская подсерия сложена чередующимися толщами и пачками псчаников и алевролитов. Орьебашская подсерия состоит из комплекса доломитов и черных,

иногда углистых аргиллитов общей мощностью более 4000 м. Осадочные породы нижнерифейского структурного яруса прорваны магматическими телами трахибазальтов и долеритов [2].

В северной пермской части Калтасинского прогиба преобладают породы нижнего рифея и присутствуют меньшей мощности породы среднего рифея. Они после перерыва, обусловленного отсутствием пород верхнего рифея и нижнего венда, перекрываются породами верхнего венда. По данным Т.В. Белоконь и др. [1] самая нижняя базальная прикамская свита нижнего рифея вскрыта на западе и севере Калтасинского прогиба. Она представлена толщей красноцветных неотсортированных песчаников, гравелитов, алевролитов полевошпат-кварцевого состава мощностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров. В разрезе Сарапульской скважины намечается трехчленный разрез, сложенный внизу терригенной песчано-алевролит-аргиллитовой толщей мощностью 700 – 800 м. В середине присутствует мощная (2 км) карбонатно-терригенная толща при преобладании песчаников и алевролитов, переслаивающихся с доломитами и мергелями. Верх разреза терригенный (700 – 800 м) с преобладанием песчаников, содержащих маломощные прослойки аргиллитов.

Слабая сортировка обломочного материала прикамской свиты характерна для бортовых отложений рифта, преобладание терригенного материала свидетельствует о начальной стадии углубления бассейна, а появление доломитов в средней части указывает на временную остановку в опускании. Осадки прошли окислительную стадию диагенеза и поздний мезокатагенез.

Вышележащая калтасинская свита состоит из двух карбонатных доломитовых толщ и разделяющей их терригенно-карбонатной или преимущественно терригенной. В карбонатных породах свиты изучался изотопный состав углерода. Установлено, что $\delta^{13}\text{C}$ изменяется от -1,2 до -6,0 ‰, что характерно для карбонатов морского происхождения. Углерод органического вещества характеризуется высокими отрицательными значениями (-29,0 – -32,63), что характерно для $\delta^{13}\text{C}$ больших глубин залегания углеводородов (Тугаринов, 1973, с. 236).

В нижней карбонатной толще присутствуют диагенетические изменения окислительного и восстановительного характера, вверх по разрезу в терригенной толще преобладают окислительные условия, а в самой верхней карбонатной появляется резко восстановительная среда. Кроме того, вверх по разрезу свиты уменьшается степень мезокатагенеза от позднего до среднего.

Присутствие двух мощных доломитовых толщ указывает на длительное стояние морского осолонённого бассейна, которое

прерывалось поднятием в середине цикла и накоплением терригенной толщи. Окончание опускания и стабилизация региона сопровождается дайковым магматизмом.

Завершает разрез нижнего рифея надеждинская свита. Она имеет ограниченную площадь распространения в связи с сокращением площади бассейна в северной части и отступлением его северной границы почти до южной границы Пермского края. Также уменьшается мощность свиты (не более 300 м). Она сложена пестроцветными терригенно-карбонатными породами, прошедшими окислительную стадию диагенеза. Состав осадков может указывать на лагунный характер бассейна.

Сокращающийся по площади Бурзянско-Калтасинский бассейн продолжил существование в среднем рифее, о чем свидетельствует присутствие его нижних свит (гожанской и седяшской), которые, как полагают, сохранились от размыва в виде изолированных останцов на юге Пермского края. Они сложены красноцветными и светло-серыми песчаниками и алевролитами гожанской свиты мощностью до 300 м и терригенно-карбонатными пестроцветными породами седяшской свиты, сохранившаяся от размыва мощность которой не превышает 100 м. Терригенные породы гожанской свиты прошли окислительный диагенез и среднюю и позднюю стадию мезокатагенеза (МК_{2,3}).

Завершение существования бассейна характеризуется терригенными прибрежно-морскими обстановками, а самые последние обстановки закрытия бассейна, по-видимому, характеризовались лагунными условиями, отражёнными в терригенно-карбонатных отложениях седяшской свиты. Заканчиваются отрицательные тектонические движения сбросового характера и завершается дайковый магматизм.

Трёхчленное деление пород нижнего рифея позволяет выделить в истории литогенеза его формирования три этапа, каждому из которых соответствует определённая формация осадочных пород и палеотектоническая обстановка существования бассейна.

Красноцветные неотсортированные терригенные, разнообразные по размеру обломков породы прикамской свиты (RF₁prk) отражают начальное погружение рифта, сопровождающееся проявлениями магматизма и по составу могут быть названы базальной терригенной красноцветной формацией. Исходя из литологии пород, тектонические условия формирования бассейна можно отнести к трансгрессивной обстановке, в течение которой интенсивное опускание и снос материала с бортов авлакогена, сменялся относительным успокоением и накоплением карбонатов.

Спокойная обстановка наступила позже в калтасинское время (RF₁ klt), когда сформировался осадочный бассейн, в котором

накапливались карбонатные преимущественно доломитовые толщи. Образовалась морская карбонатная эвапоритовая формация, указывающая на существование инундационной обстановки существования бассейна. Наивысшей концентрации бассейн достиг в юго-восточной части, где формировались магнезиты и сидериты.

Сокращение объема осадконакопления, появление терригенной примеси и пестроцветный характер пород надеждинской (RF₁nd) свиты свидетельствует о начале регрессивной обстановки в бассейне. В гожданское (RF₂g) время продолжилось накопление терригенного материала, свидетельствующего об отступлении бассейна. В результате разрез завершается терригенно-карбонатными пестроцветами (RF₂s). Карбонатность пород указывает на лагунный характер бассейна. В целом проды надеждинской, гожданской и сидяшской свит по своим параметрам отвечают карбонатно-терригенной пестроцветной лагунной формации регрессивной обстановки осадконакопления (табл. 3).

Таблица 3

Распределение геологических формаций в Калтасинском бассейне и обстановки его существования в раннем и начале среднего рифея

| Этап | Мегазоны | Мощность, м | Тектоническая обстановка | Тип литогенеза |
|------------------|--|-------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Камская, Предуральская | | | |
| Раннебайкальский | Пестроцветная карбонатно-терригенная гожданско-сидяшская (RF ₂ g+s) | 350 | Эмерсивная | Аридный, частично вулканогенный |
| Позднебурзянский | Терригенно-карбонатная надеждинская (RF ₁ nd) | 300 | Регрессивная | |
| Среднебурзянский | Морская карбонатная с доломитами калтасинская (RF ₁ klt) | 5600 | Инундационная | |
| Раннебурзянский | Базальная терригенная красноцветная прикамская (RF ₁ prk) | 2000 | Трансгрессивная | |

Цикл существования авлакогенового калтасинского бассейна закончился. Наступила эмерсивная стадия его закрытия. Авлакоген развивался на юго-востоке Восточно-Европейского кратона (ВЕК), по диагонали пересекая Протокамскую и Предуральскую СФЗ Пермского края.

Наличие красноцветов в начале разреза, карбонатов с доломитами в середине и пестроцветных толщ в конце свидетельствует о господстве в бассейне литогенеза аридного типа, который сопровождался кратковременными проявлениями магматизма с образованием тел габбро-долеритов.

Библиографический список

1. Белоконь Т.В., Горбачев В.И, Балашова М.М. Структура и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь: ИПК «Звезда», 2001. 108 с.
2. Геология и полезные ископаемые России. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / ред. Б.В. Петров, В.П. Кириков. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
3. Геология и полезные ископаемые России. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 2. Урал / Ред. О.А. Кондияйн. Соредакторы А.А. Беляев, А.Н. Мельгунов, Н.А. Румянцева. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. 584 с.
4. Тугаринов А.И. Общая геохимия. Краткий курс: учеб пособие для вузов. М.: Атомиздат, 1973. 288 с.

FORMATIONS AND PALEOTECTONICS OF THE BURZYANSK-KALTASINSKY AVLAKOGEN IN THE EAST OF THE EASTERN EUROPEAN CRATON

R.G. Iblaminov

riaminov@psu.ru

It is shown that the Burzyansk-Kaltasinsky avlakogen began to develop in the Proto-Urals under the conditions of activation of the East European craton. The geological formations of the Proto-Ural and Proto-Kama parts of the Avlakogen are characterized. The tectonic settings and types of lithogenesis of rocks of the filling structure are highlighted.

Keywords: Kama region, Ural, Riphean, Avlakogen, geological formations, tectonic conditions.