

поднимающегося к поверхности морского дна мантийного диапира и, в конечном счете, образованию вулканических сооружений и отложению колчеданных руд.

Работа выполнена в соответствии с госзаданием № 0246-2019-0078 «Геодинамика и металлогения меди и золота зоны Главного Уральского разлома на Южном Урале».

Литература

Авдейко Г.П., Палуева А.А., Хлебородова О.А. Геодинамические условия вулканизма и магнообразования Курило-Камчатской островодужной системы // *Петрология*. 2006. Т. 14. № 3. С. 248–265.

Вулканизм Южного Урала / И.Б. Серавкин, А.М. Косарев, Д.Н. Салихов и др. М.: Наука, 1992. 197 с.
Зайков В.В., Мелекесцева И.Ю., Артемьев Д.А. и др. Геология и колчеданное оруденение южного фланга Главного Уральского разлома. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. 376 с.

Косарев А.М., Пучков В.Н., Серавкин И.Б. Петролого-геохимические особенности среднедевонско-раннекаменноугольных островодужных и коллизионных вулканитов Магнитогорской зоны в геодинамическом контексте // *Литосфера*. 2006. № 1. С. 3–21.

Косарев А.М., Серавкин И.Б., Холоднов В.В. Геодинамические и петролого-геохимические аспекты зональности Магнитогорской колчеданоносной мегазоны на Южном Урале // *Литосфера*. 2014а. № 2. С. 3–25.

Косарев А.М., Пучков В.Н., Ронкин Ю.Л., Серавкин И.Б., Холоднов В.В., Грабежжев А.И. Новые данные о возрасте и геодинамической позиции медно-порфириновых проявлений зоны Главного уральского разлома на Южном Урале // *Доклады Академии наук*. 2014б. Т. 459. № 1. С. 62–66.

Никешин Ю.В. Палеовулканические структуры и условия локализации колчеданного оруденения Гайского рудного поля (Южный Урал). Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. М.: ЦНИГРИ, 1986. 24 с.

Серавкин И.Б., Косарев А.М., Пучков В.Н. Геодинамические условия формирования колчеданных месторождений Магнитогорской мегазоны Южного Урала и критерии их поисков // *Геология рудных месторождений*. 2017. Т. 59. № 3. С. 220–237.

Ходоревская Л.И. Влияние флюидального режима на плавление пород океанической коры (экспериментальные данные) при 900–1000 °С, 5–10 кбар // *Граниты и эволюция Земли: мантия и кора в гранитообразовании*. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. С. 328–329.

Jonas P. Tectonostratigraphy of oceanic crustal terrains hosting serpentinite-associated massive sulfide deposits in the Main Uralian Fault Zone (South Urals) // *Geowissenschaften, Freiberg*, 2004. 123 p.

В.И. Сначев

*Уфимский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт геологии, г. Уфа
SAVant@inbox.ru*

Геодинамические условия формирования Восточно-Уральской мегазоны (Южный Урал)

В истории развития Восточно-Уральской мегазоны на Южном Урале можно выделить два крупных периода – верхнедокембрийский и палеозойский. В последнем из них, в свою очередь, установлено несколько стадий, каждая из которых обладает строго определенным набором магматических и рудных формаций.

Верхнедокембрийский период. В позднедокембрийское время Южный Урал представлял собой ослабленную зону в пределах единого Восточно-Европейско-Казахстанского палеоконтинента. Это была, вероятно, депрессионная структура с системой грабен. Однако расположение последних было закономерно и фиксировалось локальными подъемами мантийного

вещества. Формирование рифейских, преимущественно, терригенных отложений на Восточно-Уральском и Зауральском поднятиях происходило в подобного рода локальных грабенах, заложенных на континентальной коре в результате нескольких циклов растяжения. На это указывают установленные здесь эффузивы основного состава, характерные для обстановок континентального рифтогенеза. Механизм этого процесса детально рассмотрен А.М. Дымкиным и В.М. Нечеухиным [1990], а также С.Н. Ивановым с соавторами [1986] на примере западного склона Южного Урала. Место заложения депрессионных структур связано с неоднородностью в строении палеократона, предопределенной предшествующим его развитием в раннем докембрии. Разломы, ограничивающие грабены, фиксировались телами гипербазитов и базитов, входящих в состав «рифтогенных офиолитов» [Иванов и др., 1986]. По-видимому, результатом двухстороннего сжатия, которому периодически подвергалось Восточно-Уральское поднятие по мере подъема мантийных диапиров на месте будущих Магнитогорской и Восточно-Уральской рифтовых систем, явилось плавление крупных масс пород и образование в верхнем рифее–венде цепочки мигматитовых куполов. В венде, подчеркивая континентальность, вырисовывается щелочной, пикритоидный уклон в развитии магматизма. Основу же разреза вендских отложений составляют различного рода песчаники, представляющие собой продукты размыва растущих гранитогнейсовых куполов [Сначев, 1993]. Признавая единство развития Центрально-Уральского и Восточно-Уральского поднятий в рифей-вендское время, следует признать и близость их исходной металлогении. Однако, в отличие от Центрально-Уральского, на Восточно-Уральском поднятии многократно проявились процессы гранитизации, метаморфизма, внесшие заметный вклад в перераспределение и локализацию ранее существующего, но рассеянного рудного вещества, в том числе в углеродистых отложениях [Рыкус и др., 2000; Сначев и др., 2008], а также в образовании новых месторождений и проявлений, связанных со становлением интрузий и наложением палеозойских тектономагматических циклов. Высокая степень метаморфизма пород, насыщенность последних углеродом, находки мелких алмазов в отложениях ордовика и венда, наличие мигматитовых куполов делает Восточно-Уральское поднятие к тому же весьма перспективным на поиски алмазов метаморфогенного типа [Сначев, 1993]. Определенные перспективы связаны и с алмазами лампроитового типа, на что указывает направленность магматизма в вендское время.

Палеозойский период развития Восточно-Уральской мегазоны подразделяется на пять стадий: рифтогенную, островодужную, активной континентальной окраины, коллизионную и платформенной активизации.

Рифтогенная стадия (О–S) фиксируется заложением в ордовике субмеридиональной Восточно-Уральской рифтовой системы, являющейся составной частью южноуральской ветви рифтов, в состав которой входят также Кракинско-Медногорский, Магнитогорский, Октябрьско-Денисовский [Серавкин, 1986]. Сформировалась Восточно-Уральская рифтовая система на рифей-вендском основании, широко представленном на Восточно-Уральском и Зауральском поднятиях. Существование палеорифта подтверждается результатами анализа широтных сейсмических разрезов, показывающих куполообразное поднятие мантии и уменьшение мощности коры, плотностных характеристик в осевой части структуры, гравитационного и магнитного полей, распределение которых является типичным для континентальных палеорифтов, материалов глубокого бурения. Доказательства тому находятся и в петрогеохимических особенностях представленных здесь магматических пород, их латеральных соотношениях, специфическом наборе рудных формаций. Так, в ложе рифтовой долины, трассирующей интрузиями базитов, ультрабазитов и небольших тел гранитоидов габбро-плагиогранитного ряда, изливались щелочные, субщелочные базальты, вулканиты бимодальной серии. В ее прибортовых частях накапливались терригенные породы, преимущественно аркозовые песчаники. Массивные сульфидные руды, имеющие полиметаллический уклон,

и небольшие многочисленные проявления флюорита подчеркивают континентальность рифтогенного процесса [Митчелл, Гарсон, 1984].

Островодужная стадия ($D_{1,2}$) развития характеризуется сменой режима растяжения сжатием. В формационном отношении этот период фиксируется появлением пород известково-щелочной петрологической серии. В пределах Восточно-Уральской рифтовой системы островодужная стадия проявилась, по-видимому, более или менее синхронно с Магнитогорской мегазоной, т. е. где-то на рубеже силура и девона, когда получила преобладающее развитие калинастровая островодужная базальт-андезитобазальтовая формация [Серавкин, 1986]. Образование островодужных комплексов происходило параавтохтонным путем [Иванов и др., 1986] на подробленном и утоненном докембрийском основании, перекрытом ордовикскими и силурийскими породами. Металлогения этой стадии практически не изучена.

Стадия активной континентальной окраины (D_3-C_1) началась в позднем девоне, когда в соседней с запада Магнитогорской мегазоне происходило поглощение океанической коры. Восточно-Уральское поднятие выступало в качестве жесткой глыбы (микроконтинента) [Сначев, 1993]. В этом случае становится понятным и некоторое запаздывание проявлений андезитоидного магматизма в Восточно-Уральском палеорифте по отношению к смене режима растяжения обстановкой сжатия в Магнитогорской мегазоне [Серавкин, 1986]. Магматизм в пределах рассматриваемой территории проявился как в интрузивной, так и эффузивной фациях. Сюда относятся вулканиты известково-щелочной серии, а также гранитоиды натрового известково-щелочного ряда (габбро-диорит-плагиогранитная и тоналит-гранодиоритовая формации), образующие единый вулканоплутонический комплекс. Примечательно, что на западном фланге рифтовой системы (Восточно-Уральский прогиб) интрузии плагиогранитов и гранодиоритов образуют две субмеридиональные ветви. Гранитоиды восточной из них сложены более кислыми породами, чем западной. Кроме того, подобная закономерность наблюдается и в пределах каждой ветви при движении с юга на север. Объяснение этим фактам кроется в восточном падении зоны субдукции под Восточно-Уральской мегазоной и, соответственно, увеличении мощности континентальной коры в восточном направлении, а также замыкании палеорифтовой системы к северу в районе Челябинского массива. Магматические формации стадии активной континентальной окраины наиболее продуктивны в металлогеническом отношении. С ними связаны все известные здесь медно-порфировые, медно-скарновые, золоторудные, редкоземельные и редкометалльные объекты, в расположении которых наблюдается определенная закономерность. Так, на западном фланге (Восточно-Уральский прогиб) сконцентрированы медно-порфировые месторождения, на восточном (Новониколаевско-Тарутинское СФЗ) – медно-порфировые с наложенной скарновой минерализацией. Другая закономерность связана со сменой золотого оруденения редкометалльным и, далее, редкоземельным при движении к восточному флангу рифта [Язева, 1989].

Усилившееся горизонтальное напряжение, связанное с полным поглощением океанической коры в Магнитогорской мегазоне, привело к столкновению литосферных плит, началу горообразовательных процессов на Южном Урале, внедрению микроклиновых гранитов. В период *коллизивной стадии* (C_2-P_1) формируются исключительно терригенные отложения, являющиеся продуктами размыва растущего горного массива. С микроклиновыми гранитами связаны проявления урана, в пегматитовых полях в их пределах известна редкоземельная тантало-ниобиевая минерализация.

Стадия платформенной активизации (P_2-T) связана с общепланетарным этапом растяжения земной коры. Тектономагматическая активизация нашла свое отражение в формировании Челябинского и Петровского грабенов, фиксирующих собой осевую часть палеорифтовой системы, появлении траппового магматизма, внедрении диабазовых даек [Сначев,

1993]. Механизм образования грабенов не совсем ясен. Можно лишь отметить их резкую асимметрию и наличие в осевой части серии тектонических чешуй, надвинутых навстречу друг другу. Новое понимание истории развития Восточно-Уральской мегазоны позволило пересмотреть перспективы осевой части Центрального палеорифта. В базит-ультрабазитовых комплексах, приуроченных к бортовым частям грабенов, возможно выявление титаномагнетитовых руд с платиновой минерализацией, хромитов, медноникелевых руд (рифтогенный этап) [Ковалев, Сначев, 1998]. Анализ геофизических материалов и шлиховые работы в центральной части палеорифта показали и ее высокую перспективность на поиски алмазов. В частности, здесь отмечены ряд изометричных аномалий в гравитационных и магнитных полях, находки незональных хромшпинелидов с высоким содержанием Cr_2O_3 (54–61 %), характерных для кимберлитов [Чвилева и др., 1988], а также розовых и малиновых цирконов, описанных ранее в качестве аллювиальных спутников уральских алмазов. Этапом платформенной активизации практически закончился длительный период формирования земной коры Восточно-Уральской мегазоны, и в дальнейшем она не испытала сколько-нибудь заметной перестройки.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0246-2019-0078.

Литература

Дымкин А.М., Нечехин В.М. Геологическое и металлогеническое развитие Урала // Главные рудные геолого-геохимические системы Урала. М.: Наука, 1990. С. 5–16.

Иванов С.Н., Пучков В.Н., Иванов К.С., Самаркин Г.И., Семенов И.В., Пумпянский А.И., Дымкин А.М., Полтавец Ю.А., Русин А.И., Краснобаев А.А. Формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1986. 248 с.

Ковалев С.Г., Сначев В.И. Гипербазитовые массивы Крака (геология, петрология, металлогения). Уфа: УНЦ РАН, 1998. 104 с.

Митчелл А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М.: Мир, 1984. 496 с.

Рыкус М.В., Сначев В.И., Сначев А.В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков. Уфа: Тау, 2000. С. 179–191.

Серавкин И.Б. Вулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала. М.: Наука, 1986. 269 с.

Сначев В.И. Магматизм Восточно-Уральской мегазоны Южного Урала и геодинамические условия ее формирования. Автореферат дис. докт. геол.-мин. наук. Москва, 1993. 42 с.

Сначев В.И., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Мосейчук В.М., Сначев А.В., Шиянова А.А., Рыкус М.В. Рудоносность конгломератов и углеродистых отложений северной части Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника. Уфа: Принт, 2008. С. 198–209.

Чвилева Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.

Язева Р.Г. Андезитовый магматизм Урала. Свердловск: ИГТ УрО АН СССР, 1989. 32 с.