ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ВУЛКАНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЖУСИНСКО-ДОМБАРОВСКОГО ПОЯСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

GEOLOGICAL STRUCTURE AND FORMATIONS OF THE VOLCANIC COMPLEXES OF THE DZHUSINSKO-DOMBAROVSKY BELT (SOUTHERN URALS)

М. В. Рыкус
Mikhail V. Rykus

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

В. И. Сначёв
Vladimir I. Snachev

Институт геологии
Уфимского федерального
исследовательского центра РАН,
г. Уфа, Российская Федерация

Institute of Geology, Ufa Federal
Research Centre of the Russian
Academy of Sciences,
Ufa, Russian Federation

В статье рассмотрено геологическое строение Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса, расположенного в юго-восточной части Магнитогорского прогиба вблизи его границы с Восточно-Уральским поднятием. Установлено, что колчеданосные вулканогенные комплексы в его пределах образуют латеральный магматический ряд, в котором выделяются следующие формации (субформации): 1) недифференцированная базальтовая, 2) контрастная базальт-риолитовая, 3) непрерывная базальт-андезит-дацит-риолитовая. От начала к концу формационного ряда происходит смена трещинного типа вулканизма центральным, повышается объём пирокластического материала и порфировых разностей пород, появляются вулканы андезито-базальтового и андезитового состава, значительно увеличивается объём кислых пород, происходит смена глубоководной обстановки вулканизма мелководным режимом.

Пространственное соотношение между перечисленными комплексами в относительно узких временных рамках — части эйфельского века — носило латерально-стратиграфический характер. Несовпадение начальных стадий проявления базальтоидного вулканизма обусловило заложение каждого последующего в этом ряду вулканогенного комплекса на несколько более высоком стратиграфическом уровне по отношению к предыдущему. Дальнейшее развитие магматизма происходило параллельно и завершилось в эйфельское время. Показано, что южная часть палеовулканического пояса приурочена к Джаилганско-Кутебаевскому палеорифту, представляющему северное продолжение более крупной Восточно-Мугоджарской рифтовой зоны. Латеральные петрографические и литолого-фациальные вариации развитых здесь вулканогенно-осадочных пород отражают магматическую зональность рифтовой зоны и сопряжены с глубинной структурной неоднородностью фундамента. В поперечном сечении рифтовой зоны наблюдается центростремительная вергентность, а в продольном направлении — воздымание поверхности кристаллического фундамента с юга на север.

Ключевые слова

Джусинско-Домбаровский пояс;
вулканогенный комплекс;
палеовулканизм; колчеданные
месторождения; базальты;
формация; рифт

The article discusses the geological structure of the Dzhusinsko-Dombarovsky paleovolcanic belt located in the southeastern part of the Magnitogorsky trough near its border with the East Ural uplift. It has been established that volcanic pyrite-bearing complexes within it form a lateral magmatic series, in which the following formations (subformations) are distinguished: 1) undifferentiated basaltic, 2) contrasting basalt-rhyolite, 3) continuous basalt-andesite-dacite-rhyolite. From the beginning to the end of the formation series, the fracture type of volcanism changes to the central one, the volume of pyroclastic material and porphyry varieties of rocks increases, volcanic rocks of andesite-basalt and andesite composition appear, the volume of acid rocks significantly increases, the deep-water environment of volcanism changes to a shallow-water regime.

The spatial relationship between the listed complexes in a relatively narrow time frame — part of the eifelian age — had a lateral stratigraphic character. The discrepancy between the initial stages of basaltic volcanism caused the formation of each subsequent volcanogenic complex in this series at a somewhat higher stratigraphic level in relation to the previous one. Further development of magmatism took place in parallel and ended in the eifelian time. It is shown that the southern part of the paleovolcanic belt is confined to the Dzhaibagan-Kutebaevsky paleorift, which is the northern continuation of the larger East Mugodzhazhar rift zone. Lateral petrographic and lithological-facies variations of volcanic-sedimentary rocks developed here reflect the magmatic zoning of the rift zone and are associated with deep-seated structural heterogeneity of the basement. In the cross section of the rift zone, centripetal vergence is observed, and in the longitudinal direction — the uplift of the surface of the crystalline basement from south to north.

Многолетние геолого-съёмочные и разведочные работы, проводимые различными исследователями в пределах Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса, способствовали выработке рациональных методов поиска колчеданных месторождений. Вместе с тем для целей локального прогнозирования недостаточное внимание уделялось палеовулканологическим построениям, направленным на выявление конкретных вулканических структур и установление закономерностей размещения среди них колчеданного оруденения [1], уточнению геологического строения выделенных перспективных площадей, стратиграфии вулканоогенно-осадочных пород, а главное их типизации на литолого-фациальной основе. Кроме того, результаты палеовулканологических, структурных и металлогенических исследований вулканоогенных комплексов, выполненных в последние годы, слабо освещены в опубликованной литературе. Настоящая работа в какой-то мере и направлена на восполнение этого пробела.

Геологическое строение Джусинско-Домбаровского пояса достаточно подробно освещено в работах Я.А. Рихтера, М.А. Кригера [2], В.Л. Черкасова, И.Д. Смирновой [3, 4], Б.П. Потапенко и др. [5], П.В. Лядского и др. [6, 7], Ю.Г. Князева и др. [8] и других исследователей. Здесь дается

Keywords

Dzhusinsko-Dombarovsky belt;
volcanic complex; paleovolcanism;
massive sulphide ores;
basalts; formation; rift

краткий обзор наиболее дискуссионных вопросов, касающихся корреляции вулканоогенных комплексов района и их строения, а также приводятся новые геологические и фаунистические данные, полученные в последнее время на отдельных участках рассматриваемой площади.

Джусинско-Домбаровский палеовулканический пояс расположен в юго-восточной части Магнитогорского прогиба вблизи его границы с Восточно-Уральским поднятием (рис. 1). Он сложен разновозрастными вулканоогенными, осадочными и интрузивными комплексами пород, образующими полосу шириной до 25 км и протяженностью около 160 км. Восточной и западной границами пояса являются соответственно Джарлинско-Домбаровский и Акжарско-Джусинский каменноугольные грабены; на юге он сочленяется с Адамовско-Мугоджарским мегантиклинорием, а северная граница пояса, перекрытая более молодыми образованиями, проводится условно на широте реки Суундук.

Существующие схемы стратиграфии и корреляции вулканоогенных комплексов, основанные, главным образом, на принципах литостратиграфии, во многом остаются дискуссионными. Тем не менее в составе вулканоогенных отложений района почти все исследователи

Условные обозначения:

1 — верхнепротерозойско-нижнекембрийские биотитовые гнейсы и плагиогнейсы Восточно-Уральского поднятия;
 2-17 — вулканогенные и вулканогенно-осадочные формации:
 2 — кремнисто-терригенно-трахибазальтовая (PZ₁?); 3 — базальтовая (киембайская свита — D₂ef); 4 — базальт-риолитовая (акжарский комплекс — D₂ef);
 5-8 — базальт-андезит-дацит-риолитовая субформация (джусинский комплекс — D₂ef):
 5 — первая толща — туфы и лавы базальтовых и андезитов-базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиров, 6 — вторая толща — туфы и лавы дацитовых и риодацитовых порфиров, 7 — третья толща — туфы и лавы базальтовых и андезитов-базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиров, 8 — четвертая толща — туфы и лавы дацитовых и риолитовых порфиров;
 9-14 — андезитов-базальтовая:
 9-13 — вулканогенно-осадочная (верхнекубуктинская) толща (D₂ef),
 9 — базальты, андезитов-базальты с горизонтами алевролитов и железистых кварцитов, 10 — тефротурбидиты, 11 — туффиты, 12 — кремнистые сланцы;
 13 — алевролиты, кремнистые сланцы;
 14 — лавово-пирокластическая (кутебайская) толща (D₂ef-zv) туфы и лавы пироксен-плагиоклазовых базальтовых и андезитов-базальтовых порфиров;
 15 — трахибазальтовая (D₃-C₁t₂v₁);
 16 — прибрежно-морской угленосной молассы (C₁t₂v₁); 17-23 — интрузивные формации:
 17 — габбро-плагиогранитовая (D₂);
 18 — мигматит-гнейсогранитовая (D₃-C₁t₂);
 19-21 — габбро-диорит-плагиогранитовая (D₃fr):
 19 — габбро-долериты, 20 — гранодиориты, габбро-диориты, 21 — граниты Карабутацкого массива; 22 — структурно-формационные блоки:
 1 — Джаилганский, 2 — Каменский, 3 — Алимбайский, 4 — Акжарский, 5 — Джусинско-Карабутацкий, 6 — Тюлькубайский, 7 — Кутебайский;
 23 — месторождения: 1 — Летнее, 2 — Осеннее, 3 — Акжарское, 4 — Зимнее, 5 — Барсучий Лог, 6 — Джусинское

Рисунок 1. Схематическая геологическая карта района. Составлена М.В. Рыкусом по материалам П.В. Лядского и др., Я.А. Рихтера и М.А. Кригера, И.А. Смирновой и В.Л. Черкасова и др., а также с использованием новых возрастных датировок В.А. Маслова и О.В. Артюшковой

различали два разновозрастных комплекса. Нижний, преимущественно эффузивный, условно датировался силуrom — ранним девонem [9], ранним девонem [7], силуrom [6] и выделялся под названием киембайской свиты.

Верхний комплекс, в породах которого обнаружены остатки животной фауны, отно-

сился к среднему девону и сопоставлялся с улутауской свитой. Позднее В.Л. Черкасовым и И.А. Смирновой [3] вулканогенные образования района были объединены в три структурных яруса, датируемые силуро-ранне-среднедевонским (дофаменским), фамен-раннетурнейским и каменноугольным (посленнетурнейским) возрастами.

По-прежнему дискутируется возраст отложений тюлькубайской серии. Одни авторы [6] считают, что породы тюлькубайской серии, слагающие одноименный блок, являются наиболее древними в районе и имеют ордовикско-силурийский возраст. На основе геофизических данных предполагается, что эти отложения распространены в нижней части разреза по всему Джусинско-Домбаровскому палеовулканическому поясу. По возрасту и литолого-фациальным признакам породы Тюлькубайского блока сопоставляются с интенсивно рассланцованными и метаморфизованными образованиями, залегающими в основании вулканогенного разреза киембайской свиты, а также с одновозрастными образованиями соседних структурно-формационных блоков [10].

Другие исследователи [2] описываемые отложения, напротив, считают более молодыми, предположительно датируют их от раннего девона до живетского века среднего девона и сопоставляют с аналогичными по составу породами, залегающими в Курмансайской синклинали.

При изучении геологического строения района авторами получены дополнительные данные по структурному соотношению пород тюлькубайской серии с колчеданосными вулканогенными комплексами [1].

На восточном фланге Акжарского рудного поля многочисленными картировочными скважинами прослежен контакт рудоносных вулканитов и вулканогенно-осадочных отложений, относимых к Тюлькубайскому блоку. Граница между двумя типами пород постепенная и устанавливается по появлению прослоев вулканогенно-осадочных отложений среди базальтов в верхней части разреза рудоносного комплекса. Редкие горизонты кремнистых и углеродистых сланцев, перспективных на золотое оруденение [11], согласно залегают с вулканитами и имеют восточного-восточное падение по аз. $110-130^\circ$ под углами $50-70^\circ$. Общее наращивание разреза происходит в восточном направлении.

В Каменском блоке эффузивы базальтового состава (аналоги киембайской свиты) вверх по разрезу постепенно сменяются кремнистыми сланцами и согласно перекрываются туфами базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов кутебайской толщи. Падение пород западное по аз. $260-280^\circ$ под углами $50-60^\circ$.

На юге Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса (Курмансайская син-

клиналь) вулканогенно-осадочная толща согласно залегает на афировых базальтах (близких по составу базальтам киембайской свиты) и выше по разрезу постепенно сменяется туфами базальтовых пироксен-плагиоклазовых порфиритов.

Вулканогенно-осадочные отложения известны также непосредственно на площади Джайлганского блока, где они выполняют целый ряд небольших вулканотектонических депрессий (Усть-Чиликтинскую, Верхне-Кукбуктинскую, Левобережную, Родничковую и др.) и согласно залегают на вулканитах киембайской свиты.

В северной части района по данным Я.А. Рихтера и М.А. Кригера [2] вулканогенно-осадочные породы ложатся на отложения четвертой (кислой) толщи джусинского колчеданосного комплекса и граничат с ними по тектоническому нарушению.

Таким образом, из приведенных данных однозначно устанавливается более высокое стратиграфическое положение вулканогенно-осадочных образований относительно вулканитов рудоносных комплексов.

В последние годы в рассматриваемых вулканогенно-осадочных отложениях была найдена конодонтовая фауна, позволившая впервые надежно установить их возрастное положение и сопоставить между собой разрезы пространственно разобщенных блоков.

У северной окраины пос. Домбаровского в яшмоидах среди базальтов В.А. Масловым, О.В. Артюшковой [12] обнаружены конодонты, видовой состав которых, по определению В.М. Барышева и О.В. Артюшковой, соответствует возрастному уровню баймак-бурибаевской свиты (верхи вязовского и низы койвенско-бийского горизонтов эйфельского яруса по Уральской унифицированной шкале). Фаунистически охарактеризованная базальтовая толща слагает крылья Курмансайской синклинали, в ядре которой залегают туфы базальтового и андезито-базальтового состава порфиритового комплекса. Ранее геологическими [2, 3] датировали эти вулканогенные отложения живетским возрастом.

Конодонтовая фауна эйфельского времени [12] собрана в кремнистых сланцах, слагающих низы вулканогенно-осадочной толщи Карагандысайской синклинали. Эти отложения согласно залегают на вулканитах джусинского комплекса и перекрываются туфами и лавами базальтового и андезито-

базальтового состава (аналогами кутебайской порфиритовой толщи). Ранее [3] они датировались верхнеживетским и живет-франским возрастом.

Конодонты нижней части зоны costatus [12] обнаружены в вулканогенно-осадочных отложениях, выполняющих Верхне-Кукбуктинскую депрессию Джаилганского блока. Фаунистически охарактеризованные породы согласно залегают на базальтах киембайской свиты и без признаков перерыва и несогласия перекрываются пироксен-плагиоклазовыми базальтовыми порфиритами кутебайской толщи. Ранее эти отложения относились к ордовикско-силурийскому [6] и живетскому возрастам [2].

Таким образом, перечисленные находки фауны позволяют уверенно датировать надрудные вулканогенно-осадочные отложения района в рамках эйфельского времени. Учитывая однозначность их стратиграфического положения в разрозненных блоках, а также значительное площадное распространение, эти вулканогенно-осадочные породы можно рассматривать в качестве регионального возрастного репера. Синхронное появление вулканогенно-осадочных отложений на большой площади, по-видимому, фиксирует

начавшийся в конце эйфельского времени период затухания активной вулканической деятельности, разрушения рудоносных вулканических построек и терригенной седиментации материала в депрессионных структурах.

Фациально-сопряженные соотношения вулканогенно-осадочных отложений с породами колчеданоносных комплексов позволяют относить последние к эйфельскому ярусу и считать их возрастными аналогами баймакбурибаевской свиты западного крыла Магнитогорского мегасинклинория.

Низы вулканогенного разреза района сложены толщей интенсивно метаморфизованных вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород основного состава. Эти отложения вскрыты глубокими скважинами в Джаилганском блоке, где они согласно подстилают базальты киембайской свиты. Возраст пород достоверно не установлен и условно принят нами как раннепалеозойский.

Сводный стратиграфический разрез палеозойских отложений района и его краткая характеристика с учетом данных Я.А. Рихтера и М.А. Кригера, В.Л. Черкасова и И.А. Смирновой, П.В. Лядского, а также новых возрастных датировок, полученных В.А. Масловым, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сводный геологический разрез палеозойских отложений района

Возраст	Состав	Мощность (м)	Обоснование возраста
C1t ₂ v ₁	Песчаники, углеродисто-глинистые сланцы, конгломераты	800–1000	Находки фауны и флоры
D ₃ fm-C1t ₂ v ₁	Трахибазальты, трахиандезиты, туфоконгломераты, туффиты, линзы известняков	250–300	Находки брахиопод
D ₂ ef-gv (Кутебайская толща)	Туфы и лавы пироксен-плагиоклазовых базальтовых и андезито-базальтовых порфиритов, дациты, андезито-дациты	1500–2000	Находки кораллов и криноидей
D ₂ ef (Верхнекукбуктинская толща)	Алевро-пелитовые и псаммитовые туффиты, туфопесчаники, туфогенные кремнистые и кремнисто-глинистые сланцы, туфы основного состава, кварциты	800–1000	Находки конодонтов
D ₂ ef (Джусинский вулканический комплекс)	Туфы и лавы пироксен-плагиоклазовых базальтовых и андезито-базальтовых порфиритов, дациты, риодациты, трахириолиты	2500	По положению в разрезе с фаунистически охарактеризованными отложениями
D ₂ ef (Вулканы киембайской свиты Курмансайской синклинали, Акжарского рудного поля)	Подушечные лавы базальтов, долериты, гиадокластиты с горизонтами тефроидов, кремней, риодациты	800–3000	По положению в разрезе с фаунистически охарактеризованными отложениями
Pz ₁₊₂ (?)	Эпидот-плагиоклаз-амфиболовые и слюди-сто-полевошпатовые сланцы по базальтам, долеритам, габбро-долеритам, вулканомиктовым и вулканотерригенным отложениям	3000	По аналогии с другими районами Южного Урала

Формационная принадлежность вулканогенных комплексов района.

Типизация вулканогенных формаций производилась с использованием петрографических, петрохимических, геохимических методов, а также с учетом особенностей геологического строения вулканогенных комплексов, характера метаморфических изменений пород, возрастных соотношений вулканитов и глубинного строения района. Существующие схемы

формационного расчленения вулканогенных комплексов района приведены в таблице 2.

Полученные в настоящее время новые фацистические и геологические данные, а также детальный анализ петро-геохимических особенностей вулканитов показывают, что принятые схемы нуждаются в пересмотре, в связи с чем авторами предлагается новый вариант формационного расчленения вулканогенных образований района (таблица 3) [1].

Таблица 2. Схемы формационного расчленения вулканогенных отложений района (по данным разных авторов)

Формации	
И.А. Смирнова, В.Л. Черкасов [4]	П.В. Лядский [7]
1. Недифференцированная базальтовая (D_{1-2})	1. Метаморфизованная осадочно-телепирокластическая (O_3-S)
2. Слабодифференцированная риолит-базальтовая с контрастным типом дифференциации (D_{1-2})	2. Недифференцированная базальтовая (S_2-D_1)
3. Контрастная риолит-базальтовая (D_2 ef-zv)	3. Базальт-риолитовая ($D_1?-D_2$ zv)
4. Непрерывная плагиориолит-дацит-андезит-базальтовая (D_2 zv)	4. Базальт-андезит-дацит-риолитовая ($D_1?-D_2$ zv)
5. Слабодифференцированная андезит-базальтовая (D_2 zv)	5. Андезит-дацитовая (D_2 zv ₂)
6. Непрерывная риолит-дацит-андезит-базальтовая (D_2 zv- D_3 fr)	
7. Слабодифференцированная базальт-андезит-базальтовая (D_3 fr)	

Таблица 3. Магматические формации района

Петрохимическая серия	Формация	Субформация	Свиты, толщи, блоки
Калий-натриевая	Андезит-базальтовая (D_2 ef- D_2 gv)	Непрерывная базальт-андезит-дацит-риолитовая	Верхи кутебайской толщи, верхи вулканогенной толщи Курмансайской синклинали
Натриевая		Слабо дифференцированная базальт-андезит-базальтовая	Низы кутебайской толщи
		—	Верхнекукбуктинская толща
Калий-натриевая	Базальт-риолитовая (D_2 ef)	Непрерывная базальт-андезит-дацит-риолитовая	Вулканогенные толщи Джусинского комплекса
Натриевая	Базальтовая (D_2 ef)	Контрастная базальт-риодацитовая	Основание разреза Алибайского блока, вулканогенная толща Акжарского рудного поля
		Контрастная дацит-содержащая	Верхи киембайской свиты, основание разреза Курмансайской синклинали
		Недифференцированная базальтовая	Низы киембайской свиты
Калий-натриевая	Кремнисто-терригенно-трахи-базальтовая (Pz_1 ?)	—	Основание разреза Джаилганского блока

Отложения *кремнисто-терригенно-трахибазальтовой формации* развиты вдоль восточной границы района в пределах Каменского блока, а также по данным бурения и сейсмического зондирования прослеживаются в основании вулканогенного разреза Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса.

Среди пород формации преобладают эпидот-плагиоклаз-амфиболовые и слюдисто-полевошпатовые сланцы по базальтам, долеритам, габбро-долеритам, вулканомиктовым и вулканотерригенным отложениям. В низах разреза Джаилганского блока породы представлены толщей плагиоклаз-амфиболовых, эпидот-амфибол-плагиоклазовых, хлорит-кварц-плагиоклазовых и слюдисто-амфибол-плагиоклазовых сланцев по базальтам с маломощными (2–5 м) прослоями тонкослоистых микрокварцитов, часто графитистых и магнетитсодержащих.

Ортосланцы по базальтам состоят из эпидота, актинолита, карбоната, плагиоклаза (An от 5–8 до 20), серицита, хлорита, иногда биотита и отличаются от близких к ним по составу парасланцев более массивными и однородными текстурами и наличием бластоофитовых структур.

Сланцы, образовавшиеся по глинисто-пелитовым, кремнисто-глинистым и углеродисто-глинистым отложениям сложены кварцем, плагиоклазом (An 6–13), биотитом, серицитом, мусковитом, роговой обманкой, актинолитом, хлоритом, графитом.

Вулканыты базальтовой формации распространены в южной части Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса. В полном объеме они вскрыты в Джаилганском блоке, который вмещает большинство известных колчеданных месторождений Домбаровского рудного района (Летнее, Осеннее, Левобережное) [1]. Отложения формации объединяются в киембайскую свиту, традиционно подразделяющуюся на три толщи — нижнюю, среднюю (подрудную) и верхнюю (рудоносную).

В составе киембайской свиты выделяются подушечные лавы афировых и плагиофировых базальтов, долериты, гиалокластиты, вулканогенно-осадочные породы и эксплозивные брекчии основного состава. С базальтами тесно ассоциируют дайки и согласные пластовые тела долеритов и габбро-долеритов.

В Курмансайской синклинали вулканогенный разрез базальтовой формации состоит из

массивных и крупноподушечных лав афировых базальтов с редкими горизонтами кремнистых алевролитов. Лишь в верхней части разреза базальтовой толщи присутствуют маломощные (до 10 м) линзовидные тела дацитового состава, что и послужило основанием для отнесения данного типа разреза к контрастной дацитсодержащей субформации. Часть базальтовой формации, вмещающая рудные тела Осеннего месторождения и сложенная преимущественно подушечными базальтами, вариолитами и гиалокластитам, содержит незначительное количество кислых пород и может быть также отнесена к контрастной дацитсодержащей субформации.

В Каменском блоке базальтовая формация представлена монотонной толщей массивных и мелкошаровых афировых базальтов с обильным гиалокластитовым и яшмокварцитовым цементом. В верхней части разреза толщи преобладают массивные плагиофировые базальты и долериты.

Типовыми особенностями базальтовой формации являются: 1) существенно базальтовый состав с крайне редуцированным проявлением кислого вулканизма, что отличает формацию в целом от типично уральских колчеданосных формаций; 2) широкое распространение подушечных лав базальтов, тесно ассоциирующих с гиалокластитам и кремнями и образующих мощный монотонный разрез вулканитов, сформировавшихся в подводных условиях в результате трещинных излияний; 3) полное преобладание афировых разновидностей пород и отсутствие пирокластического материала; 4) большее разнообразие фаций (появление порфировых разновидностей пород и эксплозивных брекчий) на заключительном этапе становления формации (верхняя толща киембайской свиты).

Вулканыты базальт-риолитовой формации развиты севернее и обнажены по западному краю палеовулканического пояса. В составе формации выделяются акжарский и джусинский вулканогенные комплексы [1]. Последний рассматривается в ранге непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой субформации.

Вулканогенный разрез акжарского комплекса, вмещающий одноименное рудное поле, представлен афировыми базальтами, субвулканическими телами долеритов, габбро-долеритов и их плагиофировыми разновидностями; редко присутствуют пироксеновые и

пироксен-плагиоклазовые базальтовые порфиристы, кремнистые туффины и кварциты. Кислые породы риодацитового состава образуют пластовые тела небольшой мощности.

Судя по фаціальным особенностям отложений акжарский тип разреза весьма близок к отложениям базальтовой формации киембайской свиты. Ему также свойственно полное отсутствие пирокластического материала, трещинный тип базальтовых извержений, наличие гиадокластитов и кремнистых пород, существенно афировый тип базальтов. Однако, в отличие от базальтового комплекса эволюция вулканизма носила здесь более завершенный характер и, наряду с широким развитием базальтов, имеющих подушечное и характерное эвтакситовое строение, существенная доля в составе акжарского комплекса принадлежит кислым породам.

Отложения джусинского комплекса, составляющие северную половину Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса вмещают месторождения Барсучий Лог и Джусинское. Строение рудоносного вулканогенного комплекса в разрезе по реке Большой Кумак характеризуется наличием в его составе четырех последовательно сменяющих друг друга толщ, отличающихся по набору литолого-петрографических разностей пород (снизу вверх): базальтов, риодацитов, базальт-андезито-базальтов, риодацитов. Для отложений субформации характерны отчетливо-проявленная дифференцированность гомодромного типа с широким площадным развитием кислых вулканитов, центральный, а на завершающих этапах ареальный тип извержений, «пестрый» петрографический состав (все разновидности от базальтов, андезито-базальтов до риолитов), преобладающее развитие пирокластических фаций порфировых разностей пород, локальные краснокаменные изменения, обилие субвулканических тел основного и кислого состава.

Отложения андезито-базальтовой формации распространены в осевой зоне палеовулканического пояса и представлены образованиями двух фаціальных типов — вулканогенно-осадочного (верхнекубуктинская толща) и вышележащего лавово-пирокластического (кутебайская толща).

Вулканогенно-осадочные отложения состоят из ритмично переслаивающихся алевропелитовых и псаммитовых туффинов, туфопесчаников, туфогенных кремнистых и крем-

нисто-глинистых сланцев с прослоями агломератовых туфов основного состава.

Лавово-пирокластические образования сложены в основном грубообломочными и агломератовыми туфами с покровами лав пироксен-плагиоклазовых порфиритов базальтового и андезито-базальтового состава [1]. Для этих отложений характерно преобладание туфогенных образований при подчиненной роли эффузивных и вулканогенно-осадочных фаций, доминирующее развитие крупнопорфировых разностей пород и крайне незначительный объем афировых и мелкопорфировых образований, преимущественно эксплозивный характер извержений центрального типа, увеличение количества кислых вулканитов снизу вверх по разрезу.

На современном эрозионном срезе рассмотренные рудоносные комплексы пространственно разобщены, а участки их предполагаемого сочленения перекрыты более молодыми отложениями большой мощности, что затрудняет выяснение структурных соотношений между смежными вулканогенными комплексами. Тем не менее находки эйфельских конodontов в вулканогенно-осадочных отложениях, «запечатавших» рудоносные комплексы, позволяют надежно установить синхронность формирования последних и считать, что они образуют латеральный формационный ряд. Латеральная фаціальная изменчивость отчетливо проявлена в отложениях двух смежных вулканогенных комплексов — акжарского и джусинского. Границей между ними является субширотный синвулканический Аласайский разлом (система разломов), служивший фаціальным уступом, разделившим лавовые отложения контрастного комплекса Акжарского рудного поля и пирокластические образования джусинского непрерывного комплекса.

Анализ состава и фаціальных особенностей рудоносных комплексов указывает на то, что их формирование происходило в различных палеовулканических условиях, которые определялись глубинным строением.

По данным глубинного сейсмического зондирования и гравиразведки установлено, что Джусинско-Домбаровский палеовулканический пояс обладает глубинной структурной неоднородностью, обусловившей изменение мощностей и фаций рудоносных комплексов и их зональное размещение в его пределах. Вероятная модель строения палеозойских вулканогенных комплексов рассмотрена ранее в

Условные обозначения: комплексы:

- 1 — кремнисто-терригенно-трахибазальтовый;
- 2 — базальтовый; 3 — риодацит-базальтовый;
- 4 — базальт-андезит-дацит-риолитовый;
- 5 — андезит-базальтовый; 6 — границы пояса;
- 7 — максимумы аномалий Δg ; 8 — месторождения:
- 1 — Летнее, 2 — Осеннее, 3 — Акжарское,
- 4 — Барсучий Лог, 5 — Зимнее

Рисунок 2. Геолого-геофизическая схема размещения вулканогенных комплексов Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса

работе М.В. Рыкуса, В.И. Сначёва [1], а их пространственное положение в структуре района показано на схеме (рисунок 2). Согласно приведенным данным колчеданосные комплексы характеризуются различным строением сиалического субстрата.

Южная часть палеовулканического пояса приурочена к блоку, в поперечном сечении имеющему трогообразное строение. Он соответствует ранее выделенному М.Б. Бородаевской и др. [13] Джаилганско-Кутебайскому палеорифту, представляющему северное про-

должение более крупной Восточно-Мугоджарской рифтовой зоны. Подобная ситуация описана нами в более северной части Магнитогорского мегасинклинория [14] и в пределах Башкирского мегантиклинория [15, 16].

В физических полях блок выделяется высоким (до 30 мгл в редукции Буге) положительным значением силы тяжести. На широте Летнего медноколчеданного месторождения он характеризуется максимальным прогибанием базальтового основания и представляет собой наиболее широкую часть Джаилганско-Кутебайского палеорифта. В этом сечении суммарная мощность палеозойских отложений по геофизическим данным достигает 6000 м. Судя по ориентировке отражающих площадок, центриклинальное падение слоев кремнисто-терригенно-трахибазальтовой толщи в восточной прибортовой части трога меняется на периклинальное в его центре, что, видимо, отражает наличие здесь аккумулятивной вулканической структуры, пространственно совпадающей с осевой магмоподводящей зоной. По обе стороны от осевой зоны трога происходит воздымание кровли сиалического фундамента и сокращение мощности вулканогенного разреза.

Акжарский риодацит-базальтовый комплекс, для которого характерно снижение гравитационного максимума (до 18 мгл) и уменьшение мощности вулканогенных отложений (до 4000 м), приурочен к западному борту рифтовой зоны в северо-западной части рассматриваемого блока.

В южной части Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса (южнее Курмансайской синклинали) рифтовая зона расщепляется на систему узких троговидных структур, заложившихся на относительно более мощном и консолидированном фундаменте. Здесь отмечается пониженное значение гравитационного максимума (до 14 мгл) и дальнейшее сокращение мощности вулканогенных отложений (до 3000 м) за счёт подъёма кровли фундамента, а также более интенсивное проявление кислого вулканизма.

Северная часть палеовулканического пояса характеризуется ещё большим понижением гравитационного максимума (до 9 мгл). В период формирования джусинского базальт-андезит-дацит-риолитового эффузивно-пирокластического комплекса эта зона, по-видимому, представляла собой палеоподнятия.

Уменьшение мощности вулканогенных образований (до 2500 м) в данной зоне компенсируется увеличением мощности кристаллического фундамента. Влияние палеоподнятия на характер вулканизма и металлогении в этой части палеовулканического пояса сказывалось на всех этапах его геологического развития.

Выводы

1. Колчеданосные вулканогенные комплексы Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса образуют латеральный магматический ряд, в котором выделяются следующие формации (субформации): 1) недифференцированная базальтовая, 2) контрастная базальт-риолитовая, 3) непрерывная базальт-андезит-дацит-риолитовая. От начала к концу формационного ряда происходит смена трещинного типа вулканизма центральным, повышается объём пирокластического материала и порфировых разностей пород, появляются вулканы андезито-базальтового и андезитового состава, значительно увеличивается объём кислых пород, происходит смена глубоководной обстановки вулканизма мелководным режимом.

2. Пространственное соотношение между перечисленными комплексами в относительно узких временных рамках — части эйфельского века — носило латерально-стратиграфический характер. Несовпадение начальных стадий проявления базальтоидного вулканизма обусловило заложение каждого последующего в этом ряду вулканогенного комплекса на несколько более высоком стратиграфическом уровне по отношению к предыдущему. Дальнейшее развитие магматизма происходило параллельно и завершилось в эйфельское время.

3. Южная часть Джусинско-Домбаровского палеовулканического пояса приурочена к Джаилганско-Кутебаевскому палеорифту. Латеральные петрографические и литолого-фациальные вариации развитых здесь вулканогенно-осадочных пород отражают магматическую зональность рифтовой зоны и сопряжены с глубинной структурной неоднородностью фундамента. В поперечном сечении рифтовой зоны наблюдается центростремительная вергентность, а в продольном направлении — воздымание поверхности кристаллического фундамента с юга на север.

Работа выполнена в рамках Государственного заказа по теме № 0246-2019-0078.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рыкус М.В., Сначёв В.И. Палеовулканические условия образования колчеданного оруденения Акжарского рудного поля (Южный Урал) // Нефтегазовое дело. 2018. Т. 16. № 4. С. 40–50. DOI: 10.17122/ngdelo-2018-4-40-50.
2. Рихтер Я.А., Кригер М.А. Новые данные по стратиграфии и тектонике восточного крыла Магнитогорского мегасинклинория в Домбаровском районе (Южный Урал) // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья: сб. ст. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1969. Вып. 4. Ч. 3. С. 25–37.
3. Черкасов В.Л., Смирнова И.А. Силуро-девонские магматические образования восточного крыла Магнитогорского мегасинклинория, их структурно-формационное районирование и перспективность на медноколчеданные руды // Силуро-девонский вулканизм Южного Урала: III чтения им. акад. А.Н. Заварицкого. Уфа: БФАН СССР, 1975. С. 66–73.
4. Черкасов В.Л., Смирнова И.А., Устинов И.П. Теренсайский рудный район // Медноколчеданные месторождения Урала: Геологические условия размещения: монография. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. С. 187–191.
5. Потапенко Б.П., Требухин В.С., Агеева С.Г. Домбаровский рудный район // Труды ЦНИГРИ. 1973. Вып. 105. С. 178–188.
6. Лядский П.В., Галимов А.Г., Губанов Л.И. Особенности локализации колчеданного оруденения в силурийско-девонских вулканогенных образованиях Джаилганского рудного поля (Южный Урал) // Силуро-девонский вулканизм Южного Урала: III чтения им. акад. А.Н. Заварицкого. Уфа: БФАН СССР, 1975. С. 160–167.
7. Лядский П.В. Раннегеосинклинальные вулканогенные формации и колчеданное оруденение Домбаровского района: дис. ... канд. техн. наук. Свердловск: 1986. 227 с.
8. Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначёв В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (3-е поколение). Серия Уральская. Лист N–40 (Уфа). Объяснительная записка. СПб.: ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2013. 512 с.
9. Петренко А.А. Геологическое строение Северных Мугуджар (Казахская часть Южного Урала) // Труды Лаборатории геологии угля АН СССР. М.: АН СССР, 1953. Вып. 1. С. 32–44.
10. Савельев Д.Е., Сначёв А.В., Пучков В.Н., Сначёв В.И. Петрогеохимические и геодинамические особенности формирования ордовикско-раннесилурийских базальтов восточного склона Южного Урала // Геологический сборник. Уфа: Институт геологии УНЦ РАН, 2006. № 5. С. 86–104.
11. Рыкус М.В., Сначёв В.И. Особенности палеозойского углеродистого осадконакопления Сысертско-Ильменогорской зоны Южного Урала // Осадочные бассейны: Закономерности строения и эволюции, минерализация: матер. 4 регионального Уральского литологического совещания. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2000. С. 112–114.
12. Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфическое расчленение и корреляция девонских вулканогенных толщ Магнитогорского мегасинклинория // Типы магматизма Урала: сб. ст. Свердловск: ИГиГ УрО АН СССР, 1987. С. 72–83.
13. Бородаевская М.Б., Ширай Е.П., Агеева С.Т. Особенности магматизма и колчеданного оруденения Домбаровской структурно-формационной зоны Северных Мугуджар // Геология рудных месторождений. 1974. № 5. С. 3–14.
14. Сначёв А.В., Пучков В.Н., Сначёв В.И., Савельев Д.Е., Бажин Е.А. Большаковский габбровый массив фрагмент Южно-Уральской зоны раннекаменноугольного рифта // Доклады Академии наук. 2009. Т. 429. № 1. С. 79–81.
15. Ковалев С.Г., Сначёв В.И., Романовская М.А. Новые геолого-петрогенетические аспекты формирования Кусинско-Копанского комплекса // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 1995. № 4. С. 81–85.
16. Рыкус М.В. Золотоносность докембрийских осадочных толщ западного склона Южного Урала. Препринт. Уфа: УФНЦ РАН, 1995. 45 с.

REFERENCES

1. Rykus M.V., Snachev V.I. Paleovulkanicheskie usloviya obrazovaniya kolchedannogo orudneniya Akzharskogo rudnogo polya (Yuzhnyi Ural) [Paleovolcanic Conditions of Massive Sulphide Mineralization Formation of Akzharskoye Ore Field (Southern Urals)]. *Neftegazovoe delo — Petroleum Engineering*, 2018, Vol. 16, No. 4, pp. 40–50. DOI: 10.17122/ngdelo-2018-4-40-50. [in Russian].
2. Rikhter Ya.A., Kriger M.A. Novye dannye po stratigrafii i tektonike vostochnogo kryla Magnitogorskogo megasinklinoriya v Dombarovskom raione (Yuzhnyi Ural) [New Data on the Stratigraphy and Tectonics of the Eastern Limb of the Magnitogorsk Megasyneclorium in the Dombarovsky Region (South Urals)]. *Sbornik statei «Voprosy geologii Yuzhnogo Urala i Povolzh'ya»* [Collection of Articles «Questions of Geology of the Southern Urals and the Volga Region»]. Saratov, Izd-vo Saratovskogo universiteta Publ., 1969, Issue 4, Part 3, pp. 25–37. [in Russian].
3. Cherkasov V.L., Smirnova I.A. Siluro-devonskie magmaticheskie obrazovaniya vostochnogo kryla Magnitogorskogo megasinklinoriya, ikh strukturno-formatcionnoe raionirovanie i perspektivnost' na mednokolchedannye rudy [Silurian-Devonian Igneous Formations of the Eastern Wing of the Magnitogorsk Megasyneclorium, their Structural-Formational Zoning and Prospects for Copper Pyrite Ores]. *III chteniya imeni akademika A.N. Zavaritskogo «Siluro-devonskii vulkanizm Yuzhnogo Urala»* [III Reading Named after Academician A.N. Zavaritsky «Silurian-Devonian volcanism of the South Urals»]. Ufa, BFAN SSSR Publ., 1975, pp. 66–73. [in Russian].
4. Cherkasov V.L., Smirnova I.A., Ustinov I.P. Terensaiskii rudnyi raion [Terensay Ore District]. *Monografiya «Mednokolchedannye mestorozhdeniya Urala: Geologicheskie usloviya razmeshcheniya»* [Monograph «Copper Pyrite Deposits of the Urals: Geological Conditions of Placement»]. Sverdlovsk, UNTs AN SSSR Publ., 1985, pp. 187–191. [in Russian].
5. Potapenko B.P., Trebukhin V.S., Ageeva S.G. Dombarovskii rudnykh raion [Dombarovskiy Ore Region]. *Trudy TsNIGRI — TsNIGRI Proceedings*, 1973, Issue 105, pp. 178–188. [in Russian].

6. Lyadskii P.V., Galimov A.G., Gubanov L.I. Osobennosti lokalizatsii kolchedannogo orudneniya v silurijsko-devonskikh vulkanogennykh obrazovaniyakh Dzhaiganskogo rudnogo polya (Yuzhnyi Ural) [Features of the Localization of Pyrite Mineralization in the Silurian-Devonian Volcanogenic Formations of the Dzhaigan Ore Field (South Urals)]. *III chteniya imeni akademika A.N. Zavaritskogo «Siluro-devonskii vulkanizm Yuzhnogo Urala»* [III Reading Named after Academician A.N. Zavaritsky «Silurian-Devonian volcanism of the South Urals»]. Ufa, BFAN SSSR Publ., 1975, pp. 160–167. [in Russian].
7. Lyadskii P.V. *Rannegeosinklinal'nye vulkanogennye formatsii i kolchedannoe orudnenie Dombarovskogo raiona: dis. kand. tekhn. nauk* [Early Geosynclinal Volcanogenic Formations and Pyrite Mineralization of the Dombarovskiy Region: Cand. Engin. Sci. Diss.]. Sverdlovsk, 1986. 227 p. [in Russian].
8. Knyazev Yu.G., Knyazeva O.Yu., Snachev V.I., Zhdanov A.V., Karimov T.R., Aidarov E.M., Masagutov R.Kh., Arslanova E.R. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:1000000 (3-e pokolenie). Seriya Ural'skaya. List N-40 (Ufa). Ob»yasnitel'naya zapiska* [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (3rd Generation). Ural Series. Sheet N-40 (Ufa). Explanatory Letter]. St. Petersburg, FGBU «VSEGEI» Publ., 2013. 512 p. [in Russian].
9. Petrenko A.A. Geologicheskoe stroenie Severnykh Mugodzhar (Kazakhskaya chast' Yuzhnogo Urala) [Geological Structure of the Northern Mugodzhar (Kazakh Part of the Southern Urals)]. *Trudy Laboratorii geologii uglya AN SSSR* [Proceedings of the Laboratory of Coal Geology of the Academy of Sciences of the USSR]. Moscow, AN SSSR Publ., 1953, Issue 1, pp. 32–44. [in Russian].
10. Savelev D.E., Snachev A.V., Puchkov V.N., Snachev V.I. Petrogeokhimicheskie i geodinamicheskie osobennosti formirovaniya ordoviksko-rannesiluriiskikh bazal'tov vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala [Petrogeochemical and Geodynamic Features of the Formation of Ordovician-Early Silurian Basalts on the Eastern Slope of the Southern Urals]. *Geologicheskii sbornik* [Geological Collection]. Ufa, Institut geologii UNTs RAN Publ., 2006, No. 5, pp. 86–104. [in Russian].
11. Rykus M.V., Snachev V.I. Osobennosti paleozoiskogo uglerodistogo osadkonakopleniya Sysertsko-Il'menogorskoi zony Yuzhnogo Urala [Features of Paleozoic Carbonaceous Sedimentation of the Sysertsko-Ilmenogorsk Zone of the Southern Urals]. *Materialy 4 regional'nogo Ural'skogo litologicheskogo soveshchaniya «Osadochnye basseiny: Zakonomernosti stroeniya i evolyutsii, minerageniya»* [Materials of the 4th Regional Ural Lithological Meeting «Sedimentary Basins: Patterns of Structure and Evolution, Minerageny»]. Yekaterinburg, IGIG UrO RAN Publ., 2000, pp. 112–114. [in Russian].
12. Maslov V.A., Artyushkova O.V. Stratigraficheskoe raschlenenie i korrelyatsiya devonskikh vulkanogennykh tolshch Magnitogorskogo megasinklinoriya [Stratigraphic Subdivision and Correlation of Devonian Volcanogenic Strata of the Magnitogorsk Megasyclinorium]. *Sbornik statei «Tipy magmatizma Urala»* [Collection of Articles «Types of Magmatism in the Urals»]. Sverdlovsk, IGIG UrO AN SSSR Publ., 1987, pp. 72–83. [in Russian].
13. Borodaevskaya M.B., Shirai E.P., Ageeva S.T. Osobennosti magmatizma i kolchedannogo orudneniya Dombarovskoi strukturno-formatsionnoi zony Severnykh Mugodzhar [Features of Magmatism and Pyrite Mineralization of the Dombarovskaya Structural-Formational Zone of the Northern Mugodzhar]. *Geologiya rudnykh mestorozhdenii — Geology of Ore Deposits*, 1974, No. 5, pp. 3–14. [in Russian].
14. Snachev A.V., Puchkov V.N., Snachev V.I., Savelev D.E., Bazhin E.A. Bol'shakovskii gabbrovyy massiv fragment Yuzhno-Ural'skoi zony rannekamennougol'nogo rifta [Bol'shakovskii Gabbro Massif as a Fragment of the Southern Urals Zone of Early Carboniferous Rift]. *Doklady Akademii nauk — Doklady Akademii Nauk*, 2009, Vol. 429, No. 1, pp. 79–81. [in Russian].
15. Kovalev S.G., Snachev V.I., Romanovskaya M.A. Novye geologo-petrogeneticheskie aspekty formirovaniya Kusinsko-Kopanskogo kompleksa [New Geological and Petrogenetic Aspects of the Formation of the Kusinsko-Kopan Complex]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya — Moscow University Geology Bulletin*, 1995, No. 4, pp. 81–85. [in Russian].
16. Rykus M.V. *Zolotonosnost' dokembriiskikh osadochnykh tolshch zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala. Preprint* [Gold Content of Precambrian Sedimentary Strata on the Western Slope of the Southern Urals. Preprint]. Ufa, UFNs RAN Publ., 1995. 45 p. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ ABOUT THE AUTHORS

Рыкус Михаил Васильевич, канд. геол.-минерал. наук, доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Mikhail V. Rykus, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Assistant Professor of Geology and Oil and Gas Field Exploration Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rykusmikhail@mail.ru

Сначёв Владимир Иванович, д-р геол.-минерал. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт геологии УФИЦ РАН, г. Уфа, Российская Федерация

Vladimir I. Snachev, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Geology, UFRS RAS, Ufa, Russian Federation

e-mail: SAVant@inbox.ru