

УДК 551.21+552.11

А. М. Косарев, Г. Т. Шафигуллина

СУКРАКОВСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПОДКОМПЛЕКС И ВОСТОЧНО-ПОДОЛЬСКОЕ КОЛЧЕДАННОЕ БАРИТ- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Аннотация. В работе дана краткая фаціальная и петролого-геохимическая характеристика сукраковского трахидацитового палеовулканического подкомплекса и Восточно-Подольского барит-полиметаллического месторождения. Рудные тела Восточно-Подольского месторождения залегают среди вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород сукраковской толщи ирендыкской свиты, в северо-восточном секторе Подольского кальдера-вулкана, в восточной части развитой Ирендыкской островной дуги.

Ключевые слова: островная дуга, кальдера-вулкан, колчеданное оруденение, вулканический комплекс, трахидациты, полиметаллический, Южный Урал.

Сукраковский палеовулканический подкомплекс Южно-Ирендыкского комплекса [Косарев и др., 2005], вмещающий Восточно-Подольское колчеданное месторождение, залегает в верхней части геологического разреза ирендыкской свиты в северо-восточном секторе Подольского кальдера-вулкана. Эта структура размерами 17×9 км располагается в пределах Западно-Магнитогорской структурной зоны (ЗМЗ) на границе Ирендыкской и Кизило-Уртазымской или более узкой Сибайско-Калиновской структурно-формационных зон (рис. 1, 2).

Южно-ирендыкский комплекс ($D_2ef_1 ir$) включает толщи железистых дацитов, риодацитов, андезибазальтов, андезитов и базальтов толеитовой островодужной серии ($ir_{1,3}$), риодацитов (ir_3), кварцевых андезитов и андезибазальтов ($ir_{2,4}$), принадлежащих переходной серии от известково-щелочной к толеитовой островодужной; высокоглиноземистых базальтов и андезитов высокоглиноземистой известково-щелочной серии (ir_4) и трахидацитов-риодацитов известково-щелочной серии, переходной к *шошонитовой* (ir_5). В целом можно отметить 2 тенденции в размещении вулканитов южно-ирендыкского комплекса: возрастание калиевоности вулканитов, 1 — снизу вверх по разрезу и 2 — с запада на восток. Калиево-натриевые дациты и риодациты (ir_5 , сукраковский подкомплекс) занимают крайнюю восточную позицию в изученной части южно-ирендыкского комплекса и наиболее высокое положение в разрезе ирендыкской свиты.

Стратиграфическое положение сукраковского палеовулканогеологического комплекса определяется наличием, по данным В.Л. Бородиной, эйфельских криноидей в перекрывающей гадиловской (ir_6) и подстилающей дацит-риолитовой (ir_3) толщах вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород ирендыкской свиты Южно-Ирендыкской подзоны. Кроме того, отложения ирендыкской свиты в ЗМЗ перекрываются кремнистыми породами (яшмоидами) ярлыкаповской свиты (D_2ef_2), являющейся фацией карамалыташской свиты и бугулыгырского горизонта [Маслов, Артюшкова, 2010]. Ярлыкаповская свита непрерывно прослеживается от района д. Ярлыкапово до района урочища Сукраково на протяжении около 115 км, располагаясь в разрезе между отложениями ирендыкской и улугауской свит. Нижняя граница ирендыкской свиты в Южно-Ирендыкской зоне определяется положением майской [Биков и др., 1973 г.] или сагитовской толщ [Стратиграфия и корреляция ..., 1993].

В районе пос. Тушаул на северном борту долины р. Искызмы майская толща состоит из двух частей: нижняя более мощная представлена красными яшмоидами с прослоями туфов кислого состава, залегающими на кислых породах верхнетаналькского комплекса; верхняя маломощная часть разреза сложена серыми, зеленовато-серыми кремнистыми алевролитами с прослоями тефроидов, андезибазальт-андезитового состава. Таким образом, нижняя часть разреза майской толщи завершает разрез верхнетаналькского комплекса, а верхняя — фиксирует начало андезибазальт-андезитового вулканизма ирендыкского времени. Впечатление постепенности перехода между верхнетаналькскими

и ирендыкскими комплексами [Стратиграфия ..., 1993] создается принадлежностью нижней и верхней частей разреза майской и (или) сагитовской толщ к кремнисто-тефроидным фациям.

Таким образом, сукраковский вулканический подкомплекс входит в состав Южно-Ирендыкского комплекса раннеэйфельского возраста и завершает вулканизм этого комплекса в пределах Подольского

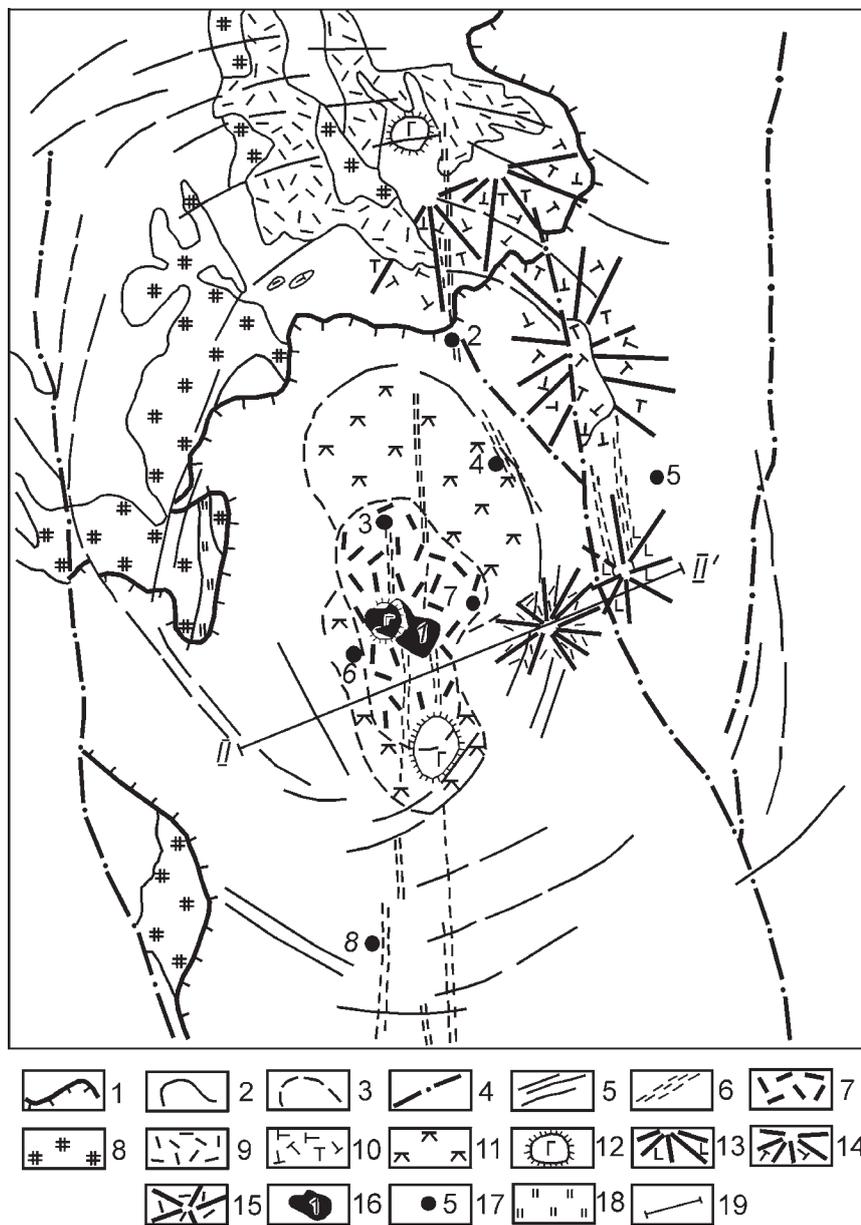


Рис. 1. Структурно-палеовулканологическая схема Подольского рудного поля, составленная А.М. Косаревым и И.Б. Севракиным

Условные обозначения: 1 — граница вулканомиктовых отложений улутауской свиты и яшм ярлыкаповского горизонта (D_2ef_2); 2 — геологические границы; 3 — проекции перекрытых геологических границ; 4 — линейные разрывные нарушения; 5 — дешифрируемые линии кольцевых разломов; 6 — зоны расщепления; 7 — рудоносный экструзивный купол; субвулканические тела: 8 — кварцевых мегафиров, 9 — мелкопорфировых кислых пород, 10 — трахидацитовых порфиров; 11 — экструзивные и субвулканические тела гибридных андезитов; 12 — лавово-гиалокластические базальтовые купола; 13–15 — вулканические постройки центрального типа: 13 — базальт-андезито-базальтовые, 14 — трахидацитовые, 15 — риодацитовые; 16 — проекция Главной рудной залежи Подольского месторождения; 17 — рудопроявления и месторождения: 1 — Подольское, 2 — Сукраковское, 3 — Северное, 4 — Северо-Подольское, 5 — Восточно-Подольское, 6 — Западное, 7 — Восточное, 8 — Южно-Подольское; 18 — зоны гидротермально-измененных пород с сульфидной минерализацией; 19 — линия геологического разреза II–II', на разрез снесено рудное тело Восточно-Подольского месторождения.

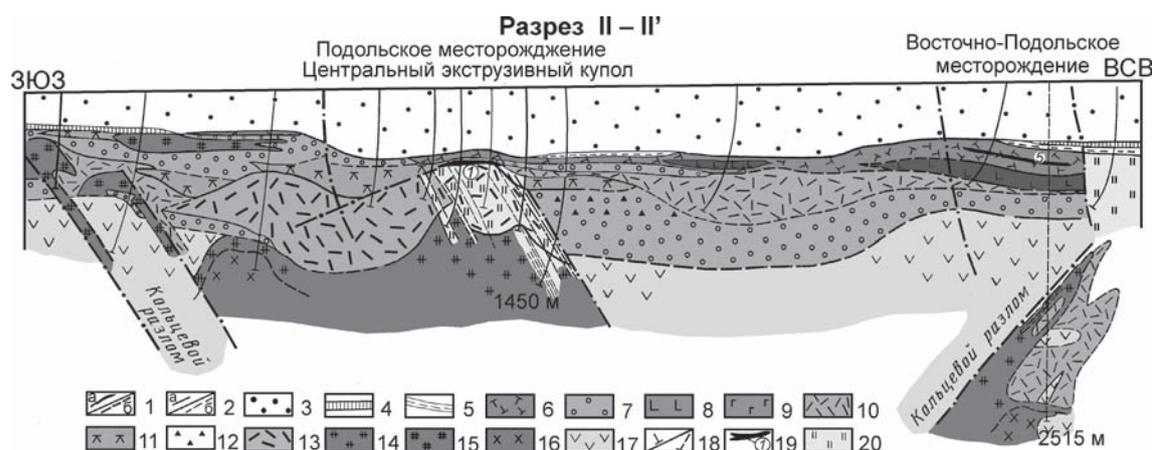


Рис. 2. Геологический разрез II–II' Подольского месторождения, составленный И.Б. Серавкиным и А.М. Косаревым

Условные обозначения: 1 — геологические границы: 1 — между свитами, установленные (а) и предполагаемые (б); 2 — между толщами, петрографическими разновидностями пород и метасоматитами, установленные (а) и предполагаемые (б); 3 — вулканомитовые породы улутауской свиты ($D_2\dot{z}v-ef_1$); 4 — яшмоиды ярлыкаповской свиты (D_2ef_1); 5–12 — ирендыкская свита (D_2ef_1), толща: 5 — вулканогенно-осадочная, известковистая (гадилевская толща, $D_2ef_1ir_2$), 6 — трахидацитовая (сукраковская, $D_2ef_1ir_3$), 7–12 — эффузивно-пирокластическая толща ($D_2ef_1ir_{1-4}$); 7 — вулканокластические породы, 8 — порфировые, мегафировые базальты и андезито-базальты и их туфы, 9 — эффузивные базальты и гиаокластиты, 10 — риодациты мелкопорфировые и их туфы, 11 — экструзивные, субвулканические и эффузивные андезитоиды, 12 — брекчии смешанного состава с рудокластами; 13 — экструзивные риодациты крупнопорфировые; 14 — субвулканические риодациты крупнопорфировые; 15 — субвулканические риодациты мегафировые; 16 — гиповулканические интрузии габбро-диорит-плаггиогранитового ряда; 17 — баймак-бурибаевская свита, верхнетаналыкский комплекс (D_1e_2vm); 18 — скважины в плоскости разреза (а) и за его пределами (б); 19 — залежи колчеданных руд: 1 — Подольское месторождение, 5 — Восточно-Подольское месторождение (см. рис. 1); 20 — метасоматиты нерасчлененные.

кальдера-вулкана Ирендыкской развитой островной дуги [Косарев и др., 2014].

Фациальная характеристика проявлений вулканизма Сукраковской группы вулканов

Сукраковская группа вулканов, завершавшая активный вулканизм Подольской кольцевой структуры, сформировалась в северной ее части (см. рис. 1). Зона максимальных мощностей трахидацитовых пород образует дугу, совпадающую с северным сегментом кальдеры. Площадь распространения этой толщи составляет около 70 км², максимальная мощность достигает 567 м, объем — 9 км³. Толща залегает в моноклинали, погружающейся под отложения улутауской свиты в целом на юго-восток. Моноклираль осложнена мелкими пологими складками, углы наклона слоев не превышают 24°. Под улутаускими отложениями толща прослежена скважинами в юго-западном направлении на 10 км, в южном — на 12 км. В области максимальных мощностей рассматриваемой толщи и развития ее прижерловых грубообломочных фаций закартированы две жерловины близкого строения. Первая из них выполнена экструзией трахидацитов, расположенной в 700 м северо-западнее г. Тазизянка. Диаметр экструзивного купола составляет около 250 м. Широко распространены перлитовые разности кислых пород, брекчии

трения. Вторая жерловина расположена в 1 км на северо-восток от г. Типа, где находится экструзивное тело, вытянутое в меридиональном направлении на 350 м.

Прижерловая зона групповой постройки, наряду с максимальными мощностями калинатровых пород, характеризуется присутствием эффузивов, глыбовых вулканических и туфовых брекчий, игнимбритовидных туфов, туфолов, тефроидов, глыбовых тефроидно-пирокластических брекчий. В широтном направлении на палеозойской поверхности она протягивается на 4 км, погружаясь на востоке под отложения улутауской свиты.

Формирование разреза прижерловой зоны происходило в две фазы активного вулканизма, в течение которых образовались эффузивы и пирокластические породы, частично подвергшиеся перемыву. В межпароксизмальный период отложились пачка туфов андезито-базальтового состава и тефроидов смешанного состава, что свидетельствует о синхронном существовании другого центра, извергавшего андезито-базальтовый материал. На отдельных участках в вулканических брекчиях сохранились следы краснокаменных изменений, свидетельствующих о мелководных или субаэральных условиях вулканической деятельности.

Удаленная зона Сукраковской группы вулканов характеризуется сокращенными мощностями разреза, отсутствием эффузивов и субвулканических

тел. Для нее характерно переслаивание мелкообломочных и лапиллиевых туфов с тефроидами. В последних увеличивается примесь материала андезитового, андезито-базальтового, реже — базальтового состава.

Петрологические особенности кремнекислых пород сукраковского типа

Вулканиды сукраковской толщи варьируют по кислотности от андезитов до риолитов (SiO_2 — 58,14–75,58 мас.%), причем наиболее распространенными типами пород являются дациты и риодациты. Состав сукраковского типа вулканитов [Косарев, 1975] варьирует от известково-щелочной до субщелочной серий. Породы, определенные по диаграмме распределения щелочей ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) (табл. 1, рис. 3), имеют следующий состав: андезиты, дациты, трахидациты, трахириолит-дациты, риолиты. В среднем состав вулканитов отвечает трахидацитам. Они содержат до 15 об.% вкрапленников плагиоклаза (альбита, альбита-олигоклаза) лейстовидной формы размером 1–4 мм, редкие (1–3%) выделения биотита, роговой обманки и титаномангнетита. Рудный минерал — более ранний, нежели плагиоклаз и роговая обманка, биотит же кристаллизовался после плагиоклаза [Косарев, 1975].

Изучение распределения в породах оксида калия показало, что основное количество его содержится в стекловатой основной массе, где установлены гидробиотит и мелкие зерна калишпата. Наиболее высокие содержания K_2O приурочены к наименее измененным и раскристаллизованным участкам, что указывает на повышенные концен-

трации калия в исходном расплаве. Наряду с массивными встречаются разновидности эффузивов с флюидально-обломочными и эмульсионными текстурами. Широкое распространение в трахидацитовой субформации имеют туфовые брекчии, туфы, тефроиды, тефроидно-пирокластические породы. Характерны также спекшиеся туфы и туфолавы, состоящие из двух фаз девитрифицированного стекла (светлого и темного), различающихся по химическому составу.

Наличие эмульсионных структур, а также различия в составе стекол и резкие границы между ними позволяют предполагать, что эти породы являются продуктами ликвации.

По концентрациям петрогенных оксидов породы сукраковского типа андезит-дацит-риодацит-риолитового состава содержат SiO_2 61,6–75,58%, K_2O 0,1–4,7%, Na_2O 3,08–8,55%. На диаграмме $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ (рис. 3Е) видно, что большая часть высококальциевых кислых вулканитов расположена на северном фланге Подольского кальдера-вулкана в районе урочища Сукраково, где нет заметных проявлений колчеданной минерализации. Вторая группа кислых вулканитов сукраковской толщи расположена в надрудной зоне Подольского колчеданного месторождения. Содержания K_2O в этих породах редко превышают 2%. На петрохимических диаграммах распределения величины $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ [Косарев, Лазаренко, 1987] хорошо видно, что высокие и максимальные ее значения сосредоточены над Центрально-Подольским экстрезивным куполом (рис. 1) и к западу, юго-западу от него, где развиты линейные и дугообразные разрывные нарушения, большие объемы субвулканических тел и зоны серицит-хло-

Таблица 1

Средние химические составы кислых пород сукраковской толщи

№ п/п	Кол-во проб	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
1	4	66,28	0,47	14,78	2,42	2,12	0,05	1,3	2,55	4,6	3,06
2	4	72,42	0,5	13,25	1,16	2,04	0,07	0,94	1,58	6,4	0,33
3	2	66,66	0,45	15,9	0,76	4,38	0,015	1,57	1,59	6,38	0,47
4	4	66,98	0,44	13,13	1,36	7,29	0,11	0,87	1,96	4,46	1,52
5	4	73,7	0,44	12,57	1,29	2,57	0,04	0,99	1,25	4,38	1,81
6	9	71,77	0,39	12,8	0,73	4,05	0,073	1,02	2,01	5,32	0,53
7	8	70,56	0,42	14,61	0,53	3,47	0,045	0,53	1,14	5,04	3,12
8	3	66,2	0,46	15,92	0,73	4,25	0,06	1,37	1,88	6,84	0,69
9	3	62,14	0,5	15,73	2,69	3,42	0,098	2,68	2,66	3,54	3,42
10	2	58,66	0,47	18,78	0,88	5,17	0,35	1,56	3,5	7,16	3,65

Примечание: кислые породы сукраковской толщи: 1 — трахидациты калиево-натриевые, субвулканические; 2 — риодациты натриевые, субвулканические; 3 — дациты натриевые, эффузивные; 4 — дациты малокальциевые, эффузивные; 5 — риолиты малокальциевые, эффузивные; 6 — риодациты натриевые, обломки пирокластических пород; 7 — риодациты калиево-натриевые, обломки пирокластических пород; 8 — дациты натриевые; 9 — трахиандезиты калиево-натриевые; 10 — трахиандезиты натриевые.

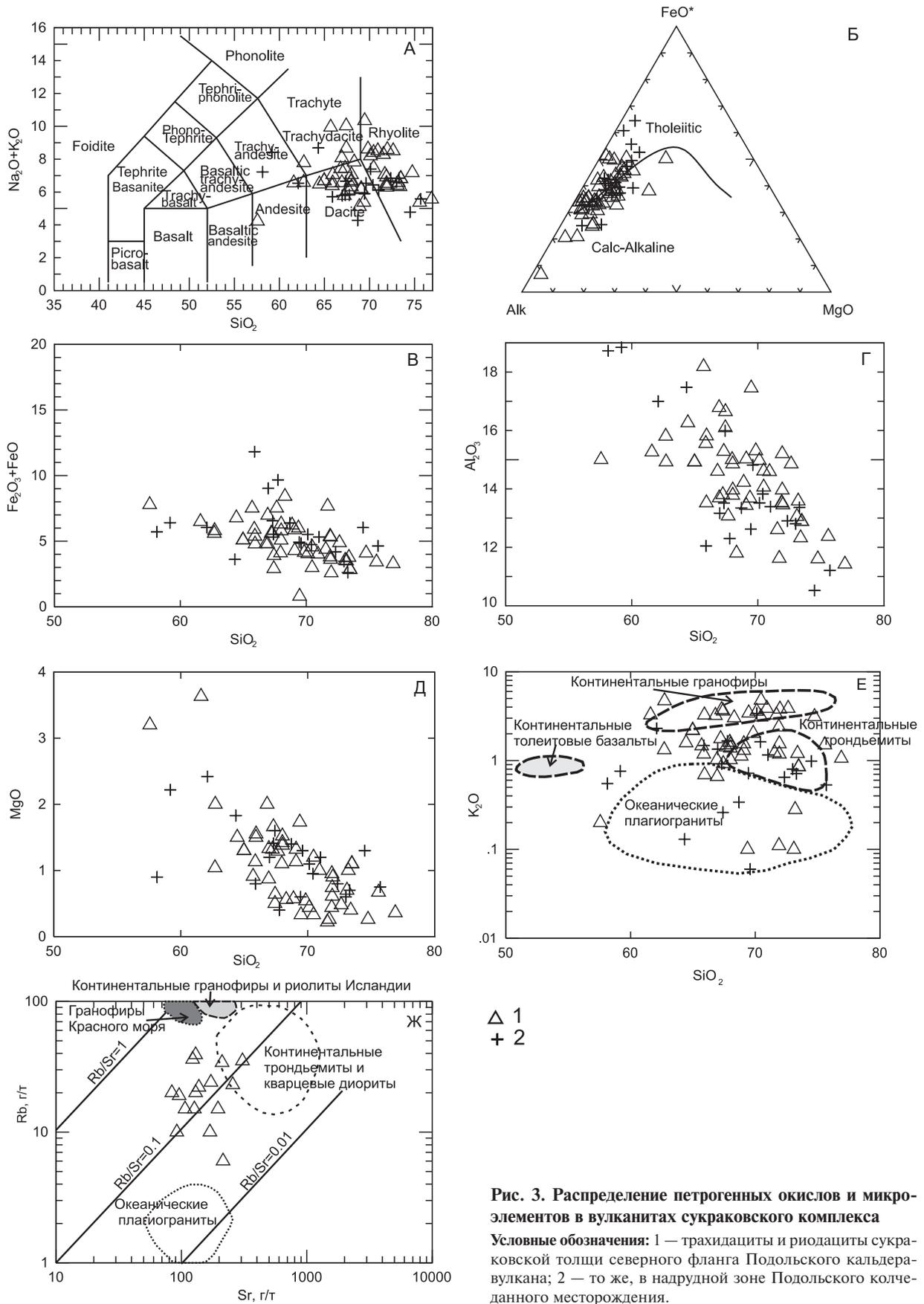


Рис. 3. Распределение петрогенных окислов и микроэлементов в вулканитах сукраковского комплекса

Условные обозначения: 1 — трахидациты и риодациты сукраковской толщи северного фланга Подольского кальдера-вулкана; 2 — то же, в надрудной зоне Подольского колчеданного месторождения.

рит-кварцевых метасоматитов. Натриевые породы обнаружены также в северной части Подольского рудного поля — в зоне Сукраковского субмеридионального разлома и в районе Восточно-Подольского месторождения. На последних участках натриевые породы тесно связаны с калиево-натриевыми. Приведенные данные указывают на то, что поздние порции рудноносных флюидов по наиболее проницаемым до- и синрудным тектоническим зонам проникали в отложения сукраковской толщи и способствовали перераспределению Na и K в трахидацитах. Очевидна натриевая специфика этих гидротерм. Наиболее мощный флюидный поток поднимался к поверхности Центрального Подольского экструзивного купола, менее интенсивная циркуляция гидротерм происходила по кольцевым, радиальным и другим разломам Подольского рудного поля. Присутствие в районе Восточно-Подольского рудопроявления натриевых пород вместе с калиево-натриевыми свидетельствует о незавершенности процесса выноса калия.

По содержаниям K_2O кислые вулканиты сукраковского подкомплекса относятся к калиево-натриевой, умереннокалиевой и низкокалиевой умереннощелочной и известковощелочной сериям. Высокие содержания K_2O в этих породах возникли в связи с повышенной концентрацией калия в магматическом расплаве. Низкие содержания K_2O возникли, скорее всего, на постмагматической стадии и в связи с воздействием на эти породы натриевых гидротермальных флюидов.

Большая часть кислых пород сукраковской толщи (около 65%) относится к низкоглиноземистому типу ($Al_2O_3 < 15\%$) и около 35% — к высокоглиноземистому типу ($Al_2O_3 > 15\%$). По концентрациям MgO (0,3–2,2 мас.%) эти породы относятся к умеренномагнезильному и умеренножелезистому типу ($FeOt/MgO = 1,9–3,9$), в измененных породах железистость возрастает ($FeOt/MgO = 7,6–24,2$). Концентрации микроэлементов группы железа умеренны: Cr (13–24 г/т), Co (17 г/т), Ni (16–21 г/т), литофильные элементы Sr, Zr, Ba, La и величины La/Yb имеют пониженные значения по сравнению с кислыми вулканитами шошонитовой серии Камчатки [Петрология и геохимия ..., 1987] и кислыми вулканитами западных поясов США [Эварт, 1983]. По соотношениям Sr–Rb, $SiO_2–K_2O$, $SiO_2–Zr$ (рис. 4) эти породы приближаются к континентальным трондьемитам и гранофирам [Колман, Данато, 1983]. Концентрации Sr варьируют в широких пределах 102–1049 г/т, высокие значения его характерны для надсубдукционных образований [Волынец и др., 1990].

На спайдер-диаграммах порода/N-MORB и порода/хондрит (табл. 2) хорошо проявлены не-

гативные геохимические аномалии по Nb, Zr, Ti (рис. 5), указывающие на надсубдукционный островершинный тип вулканитов. Отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ в кислых породах сукраковского подкомплекса варьируют от 0,7029 до 0,7046 [Бобохов и др., 1989], соответствуя интервалу мантийных составов.

По совокупности характеристик кислые породы сукраковской толщи (i_r) относятся к переходному типу от высококалиевой известково-щелочной серии к шошонитовой [Косарев и др., 2005], что видно на рис. 3А.

Краткая характеристика Восточно-Подольского колчеданного месторождения

Восточно-Подольское колчеданное месторождение расположено в 5 км на северо-восток от Подольского медно-цинковоколчеданного месторождения уральского типа (рис. 1, 2). Большая часть площади месторождения перекрыта вулканогенно-осадочными отложениями улутауской свиты. На месторождении в 1988–1993 г. Н.И. Ильичевым с соавторами проведена предварительная разведка. По установленным запасам (C_1+C_2) руд этот объект относится к среднему месторождению барит-полиметаллического с золотом типа. Соотношение Pb:Cu:Zn соответствует 1:1,9:2, количество бария в 2,5 раза превышает суммарные запасы Pb, Cu, Zn. По соотношениям Pb, Cu, Zn Восточно-Подольское месторождение сопоставимо с колчеданно-полиметаллическими месторождениями Рудного Алтая [Гаськов, 2015]. Однако в колчеданно-полиметаллических месторождениях рудноалтайского типа отсутствуют супервысокие концентрации бария. Таким образом, руды Восточно-Подольского месторождения относятся к типу барит-полиметаллических с высокими содержаниями меди. Ближе всего к рудам Восточно-Подольского месторождения стоят руды месторождений баймакского типа, в которых [Зайков и др., 2001] соотношения Pb:Cu:Zn составляют 1:1,6:3,5. Из этих данных видно, что в баймакских месторождениях, по сравнению с Восточно-Подольским, более высоки запасы цинка и понижены запасы меди. В колчеданных полиметаллических месторождениях Восточно-Магнитогорской зоны (ВМЗ) в Теренсайском рудном районе соотношения Pb:Cu:Zn составляют 1:3,1:3,4 [Зайков и др., 2001], что определяется пониженными концентрациями свинца. Однако по общим запасам металлов месторождения Джусинское и Барсучий Лог сопоставимы с Восточно-Подольским месторождением и относится по запасам металлов к типу средних месторождений [Медноколчеданные месторождения ..., 1988; Зайков и др., 2001].

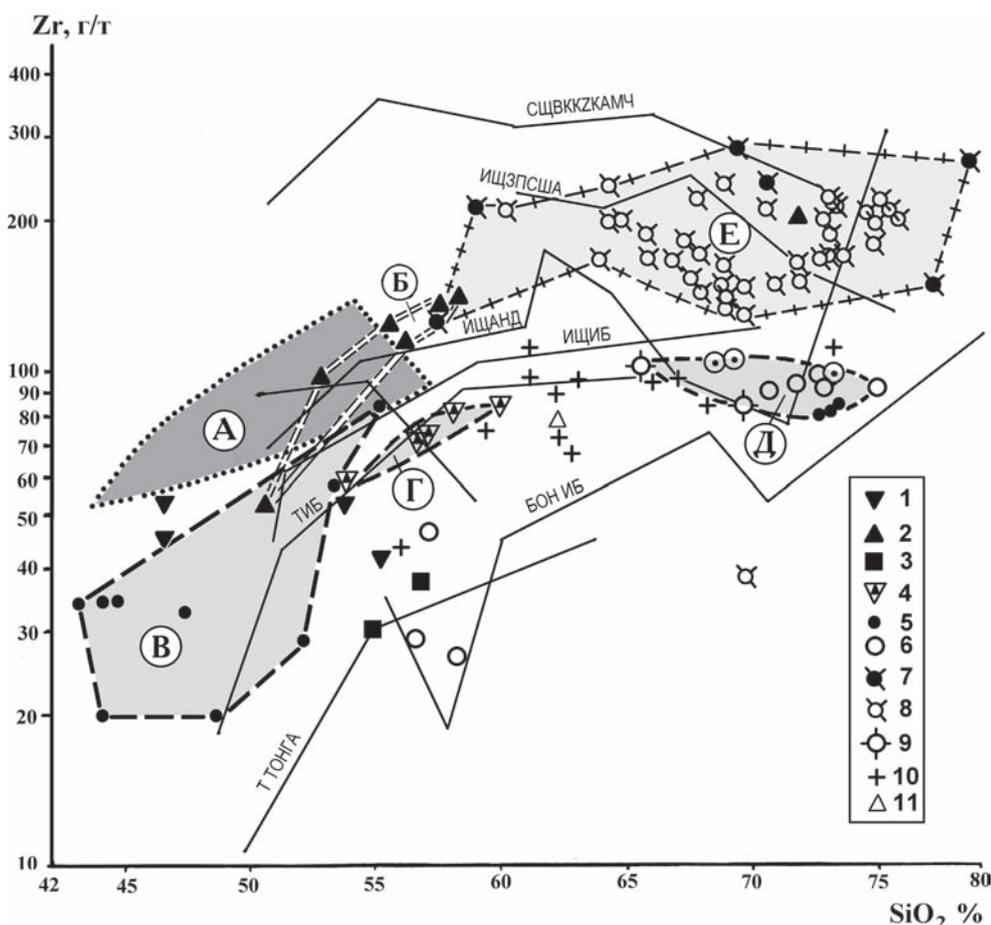


Рис. 4. Соотношения Zr и SiO₂ в вулканитах ирендыкской свиты. Составил А.М. Косарев

Условные обозначения: 1–2 — Северо-Ирендыкская подзона: 1 — вулканиты Гадельшинского стратовулкана, 2 — вулканиты Файзуллинского участка; 3–11 — Южно-Ирендыкская подзона: 3 — андезибазальты Карсаклытауско-Кунакайской антиклинали (ir_{1-2}), 4 — кварцевые андезиты и андезибазальты (ir_{1-2} , ir_4) Подольского рудного поля, 5 — базальты и риодациты (ir_3) Подольского месторождения, 6 — андезиты, дациты, риодациты и риолиты флангов Подольского рудного поля и Суурганского участка (ir_3), 7 — трахиандезиты, трахидациты, риодациты и риолиты (ir_3) Подольского месторождения, 8 — то же, флангов Подольского рудного поля, 9 — дациты и риодациты экструзивно-субвулканические Подольского рудного поля, 10 — интрузивные породы габбро-диорит-плагиогранитного Подольского комплекса из подрудной зоны месторождения, 11 — вулканиты Ельбашского участка (ir_4). А — поле вулканитов Северо-Ирендыкской подзоны, по данным Е.Н. Горожаниной, (контур точками и осевая линия штрих-пунктиром). Б — поле вулканитов Файзуллинского участка. В — поле базальтов (ir_3) Подольского месторождения. Г — поле кварцевых андезитов и андезибазальтов (ir_{1-2} , ir_4) Подольского рудного поля. Д — поле кремнекислых пород (ir_3) Подольского рудного поля и Суурганского участка. Е — поле трахиандезитов, трахидацитов, риодацитов и риолитов (ir_3) Подольского рудного поля.

Обсуждение материалов

Поперечная петролого-геохимическая и металлогеническая зональность Магнитогорской мегазоны имеет черты, характерные и для других, включая современные, вулканических поясов [Косарев, Серавкин, 1994; Косарев и др., 2014; Серавкин, 2010]. Формационный и металлогенический надсубдукционные ряды ЗМЗ в петролого-геохимических характеристиках имеют следующий вид: 1–3 — фронтальная островная дуга: 1 — апогарцбургитовые серпентиниты и вулканиты толеит-бонинитовой серии с оруденением Со-Сu-колчеданного типа (D_{1e} , Ишкининское, Ивановское месторож-

дения); 2 — вулканиты толеит-бонинитовой серии и кислые вулканиты известково-щелочной (D_{1e2}), содержащие колчеданное оруденение уральского типа $Cu > Zn$ (Юбилейное месторождение); 3 — вулканиты базальт-андезит-дацит-риодацитового состава магнезиальной известково-щелочной серии (D_{1e2}), содержащие колчеданное оруденение уральского типа $Cu > Zn$ (Маканское, Октябрьское, Гайское месторождения) и баймакского типа ($Zn > Cu$); 4 — развитая островная дуга: вулканиты островодужной толеитовой, переходной от толеитовой островодужной к известково-щелочной и известково-щелочной глиноземистой серий ($D_{2ef_1} ir_{1-4}$); в пределах Подольского кальдера-вулкана возникла

Таблица 2

Содержание петрогенных окислов (масс. %) и редких элементов (г/т) в вулканитах сукраковской толщи (ir_5)

Подольское рудное поле, сукраковская толща			
№ проб	12470/1	12470/11	П-19/537,3
SiO ₂	72,64	65,7	68,88
TiO ₂	0,6	0,42	0,45
Al ₂ O ₃	14,85	18,18	14,22
Fe ₂ O ₃	0,56	3,96	6,22
FeO	3,45	—	—
MnO	0,08	0,07	0,127
MgO	0,48	0,91	0,57
CaO	0,97	0,48	3,82
Na ₂ O	4,64	8,48	3,99
K ₂ O	3,86	1,46	1,12
P ₂ O ₅	0,068	0,065	0,091
Ппп	0,3	0,2	0,4
SUM	101,7	99,93	99,89
Cr	23	24	13
Co	17	17	17
Ni	16	19	21
Cu	20	2	13
Zn	92	75	38
Pb	—	6	37
Rb	6	—	—
Sr	215	102	1049
Zr	172	185	152

Подольское рудное поле, сукраковская толща			
№ проб	12470/1	12470/11	П-19/537,3
Sc	10	5	13
Y	28	28	23
Nb	12	11	6
Ba	2413	830	320
V	347	11	40
F	—	0,08	0,08
U	0,19	—	—
Th	0,11	—	—
La	30,1	8,89	—
Ce	60,1	23,4	—
Pr	7,56	3,51	—
Nd	30	14,2	—
Sm	6,23	3,62	—
Eu	1,33	0,7	—
Gd	5,35	3,82	—
Tb	0,84	0,66	—
Dy	4,98	4,4	—
Ho	0,97	1,04	—
Er	2,85	3,38	—
Tm	0,4	0,48	—
Yb	2,74	3,53	—
Lu	0,4	0,49	—

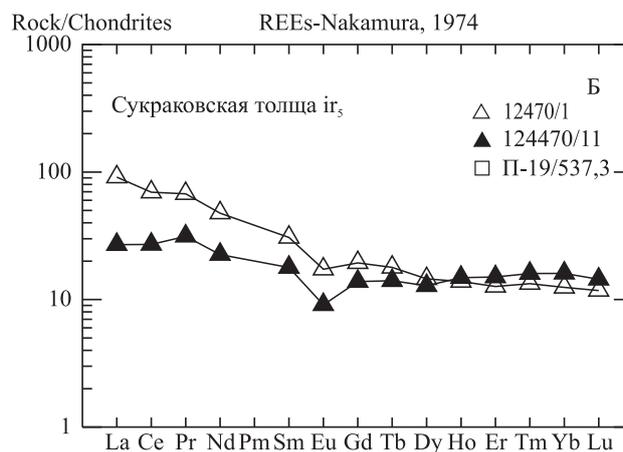
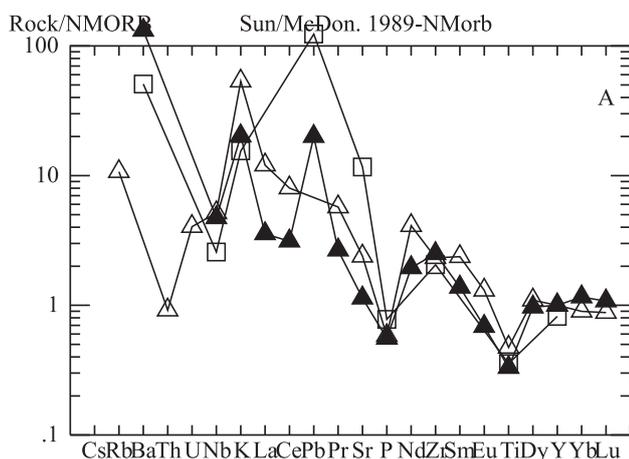


Рис. 5. Распределение микроэлементов, нормированных по N-MORB [San, McDonough, 1989] и редкоземельных элементов, нормированных по хондриту [Nakamura, 1974] в кислых вулканитах сукраковского трахидацитового комплекса. А–Б — трахидациты и риодациты сукраковской толщи (ir_5)

непрерывная гибридная серия — толеитовая островодужная и переходная от толеитовой к известково-щелочной с оруденением уральского типа ($Cu > Zn$) (Подольское, Северо-Подольское месторождения);

5 — тыловая островная дуга: к этой геодинамической единице относятся верхние толщи ирендыкской свиты, имеющие характеристики субщелочных серий [Косарев и др., 2005]; на юге ирендыкской

зоны в пределах Подольского кальдера-вулкана возник сукраковский трахидацитовый подкомплекс, слабо измененные кислые породы которого относятся к калиево-натровой известково-щелочной и умеренно-щелочной сериям; эти вулканиды вмещают Восточно-Подольское барит-полиметаллическое колчеданное месторождение. Сукраковский вулканический подкомплекс и барит-полиметаллическое Восточно-Подольское колчеданное месторождение завершают формационный и металлогенический ряд ЗМЗ, соответствующий геодинамическим обстановкам от фронтальной к развитой и тыловой островодужным обстановкам.

В пределах ВМЗ известен джусинский комплекс, раннеэйфельский возраст которого установлен по конодонтовой фауне О.В. Артюшковой [Косарев, Артюшкова, 2007]. По колчеданному оруденению (месторождения Барсучий Лог и Джусинское) и химизму кислых пород джусинский комплекс аналогичен Восточно-Подольскому месторождению и сукраковскому подкомплексу. Предполагается [Косарев, Артюшкова, 2007], что джусинский и расположенный севернее зингейский вулканические комплексы являются фрагментами остаточной тыловой островной дуги, образовавшейся в результате расщепления тыловодужной системы в позднем эйфеле и последующего формирования внутридугового спредингового бассейна и рифтогенного карамалыташского вулканического комплекса позднеэйфельского возраста, содержащего колчеданные месторождения уральского типа с концентрациями в рудах $Zn > Cu$ и осложняющего металлогеническую зону с барит-полиметаллическим колчеданным оруденением.

Выводы

1. Сукраковский палеовулканический подкомплекс одновозрастен, по петрохимическим особенностям аналогичен кислым породам джусинского комплекса ВМЗ. По совокупности петрохимических и геохимических характеристик кислые породы сукраковской толщи ($D_2ef_1 ir_3$) относятся к переходному типу от высококалийевой известково-щелочной серии к шошонитовой.

2. Среди вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород сукраковской толщи (ir_3) залегают рудные пластовые тела барит-полиметаллического Восточно-Подольского колчеданного месторождения, близкого по масштабу и по составу к месторождениям ВМЗ Барсучий Лог и Джусинскому.

3. Совокупность сведений о возрасте вулканидов и химизме руд Восточно-Подольского месторождения и колчеданно-полиметаллических месторождений Барсучий Лог и Джусинского является

обоснованием внутридугового характера карамалыташского спредингового бассейна.

Литература:

Бобохов А.С., Горожанин В.М., Кузьмин С.А. Стронциево-изотопные данные для кислых вулканидов Магнитогорского мегасинклинория Южного Урала: Препр. / АН СССР, Уральское отд., Башкирский науч. центр, Ин-т геологии. — Уфа, 1989. — 24 с.

Вольнец О.Н., Антипин В.С., Перепелов А.Б., Аношин Г.Н. Геохимия вулканических серий островодужной системы в приложении к геодинамике (Камчатка) // Геология и геофизика. — 1990. — № 5. — С. 3–13.

Гаськов И.В. Особенности развития колчеданных рудно-магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Литосфера. — 2015. — № 2. — С. 17–39.

Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В., Херрингтон Р. Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана. — Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. — 315 с.

Колман Р.Г., Донато М.М. Еще раз об океанических плагиогранитах // Трондземиты, дациты и связанные с ними породы / Под ред. Ф.Баркера. — М.: Мир, 1983. — С. 118–130.

Косарев А.М. О кислых вулканогенных породах калиево-натрового ряда на западном крыле Магнитогорского мегасинклинория // Силуро-девонский вулканизм Южного Урала. — Уфа: БФАН СССР, 1975. — С. 125–132.

Косарев А.М., Артюшкова О.В. Джусинский палеовулканический комплекс: стратиграфическое положение, геохимические особенности, геодинамические реконструкции // Геологический сборник № 6 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2007. — С. 174–180.

Косарев А.М., Лазаренко Ю.С. Химизм кислых калиево-натриевых пород сукраковской толщи в связи с их постмагматическими изменениями // Микроэлементы в магматических, метаморфических и рудных формациях Урала. — Уфа: БФАН СССР, 1987. — С. 40–52.

Косарев А.М., Пучков В.Н., Серавкин И.Б. Петролого-геохимические особенности раннедевонско-эйфельских островодужных вулканидов Магнитогорской зоны в геодинамическом контексте // Литосфера. — 2005. — № 4. — С. 22–42.

Косарев А.М., Серавкин И.Б. Колчеданосные островные дуги Южного Урала и модель малоглубинных плюмов // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит: Тез. докл. I Всерос. металлоген. совещ. — Екатеринбург, 1994. — С. 197–198.

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

Маслов В.А., Артюшкова О.В. Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. — 288 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение / *В.А. Прокин, Ф.П. Буслаев, М.И. Исмагилов и др.* – Свердловск: УрО АН СССР, 1988. – 241 с.

Петрология и геохимия островных дуг и окраинных морей / *Под ред. О.А. Богатикова и др.* – М.: Наука, 1987. – 335 с.

Серавкин И.Б. Металлогения Южного Урала и Центрального Казахстана. – Уфа: Гилем, 2010. – 284 с.

Стратиграфия и корреляция среднепалеозойских вулканогенных комплексов основных медноколчеданных районов Южного Урала / *В.А. Маслов, В.А. Черкасов, В.Т. Тищенко, И.А. Смирнова, О.В. Артюшкова, В.В. Павлов.* – Уфа: УНЦ РАН, 1993. – 217 с.

Эварт А. Минералогия и химизм третичных и современных дацитовых, риолитовых и родственных салических вулканитов // Трондjemиты, дациты и связанные с ними породы / *Под ред. Ф. Баркера.* – М.: Мир, 1983. – С. 19–98.

Nakamura N. Determination of REA, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites // *Geochim. Cosmohim. Acta.* – 1974. – V. 38, № 5. – P. 757–775.

Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // *Magmatism in ocean basins.* – London: Geol. Soc. Spec. Publication. – 1989. – No 42. – P. 313–345.

Сведения об авторах:

Косарев Александр Михайлович. Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук (ИГ УНЦ РАН), г. Уфа. E-mail: amkosarev@mail.ru.

Шафигуллина Гульнара Турдibaевна. Институт геологии Уфимского научного центра Российской академии наук (ИГ УНЦ РАН), г. Уфа. E-mail: shafigullina_g@mail.ru.

SUKRAKOVO VOLCANIC COMPLEX AND EAST PODOLSK MASSIVE SULFIDE BARITE-POLYMETALLIC DEPOSIT

A. M. Kosarev, G. T. Shafigullina

Kosarev Alexander Michailovich. Institute of Geology Ufa Science Centre Russian Academy of Sciences (IG USC RAS), Ufa, Russia. E-mail: kosarev@mail.ru.

Shafigullina Gulnara Turdibaевна. Institute of Geology Ufa Science Centre Russian Academy of Sciences (IG USC RAS), Ufa, Russia. E-mail: shafigullina_g@mail.ru.

Abstract. A short facial and petrologo-geochemical characteristic of the Sukrakovo trachydacitic paleovolcanic subcomplex and the East Podolsk massive sulfide barite-polymetallic deposit is given. Ore bodies of the East Podolsk field lie among volcanogenic and sedimentary rocks of the Sukrakovo unit of the Irendyk Formation, in the northeast sector of Podolsk caldera-volcano.

Keywords: island arc, caldera-volcano, massive sulfide deposit, volcanic complex, trachydacite, polymetallic, Southern Urals.