

2. Цымбал С.Н., Татаринцев В.И., Князьков А.П. Минералы глубинных парагенезисов из кимберлитов трубки Южная (восточное Приазовье) // Минералогич. Журнал, 1996. — 18. — № 3. — С 18–45.
3. Панов Б.С., Гриффин В.Л., Панов Ю.Б. Р–Т условия образования хромпиروпа из кимберлитов Украинского щита // Допов. АН України, 2000. — № 3. — С. 137–143.
4. Илупин И.П., Гриффин В.Л., Каминский Ф.В. Титан в кимберлитах, титан и цирконий в гранатах — показатели интенсивности глубинного метасоматоза // Докл. Российской АН, 1999. — 366. — № 6. — С. 806–808.
5. Griffin W.L., Ryan C.G. Trace elements in indicator minerals: Area selection and target evaluation in diamond exploration. // J. Geochem. Explor., 1995. — V. 53. — P. 311–337.
6. O' Neill H. St. C., Wood B. J. An experimental study of Fe- Mn partitioning between garnets and olivine and it's calibrations as a geothermometer. // Contrib. Mineral. Petrol, 1980. # 70. P. — 59–70.
7. Finnerty A. A., Boyd F. R. Thermobarometry for garnet peridotite xenolites: a basis for mantle stratigraphy. // Mantle Xenolites, Wiley, New- York, 1987. — pp.381–402.
8. Похиленко К.П., МакДональд Дж. А., Мельник У.И. Индикаторные минералы кимберлитовой трубки CL-25 кратона Слейв, Северо-западные территории (Канада) // Геология и геофизика, 1997. — 38. — № 2. — С. 514–522.
9. Специус З.В., Гриффин В.Л. Рассеянные элементы в минералах эклогитов из кимберлитовой трубки Удачная (Якутия) // Геология и геофизика, 1997. — 38. — №1. — С. 226–232.
10. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 395–387.

© Панов Ю.Б., Проскурня Ю.А., 2005

УДК 552.2:550.4 (477.6)

Инж. ТАРАСОВА В.А. (ДонНТУ)

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Приазовский блок является восточной частью Украинского щита (УЩ). От остальной его части блок отделен Орехово-Павлоградским глубинным разломом. В свою очередь, по геологическому строению Приазовский блок расчленяется на две части — западную и восточную, которые существенно отличаются по строению. Характерной особенностью Восточного Приазовья является наличие глубокометаморфизованных комплексов пород, разновозрастных интрузивных и субвулканических образований разнообразного состава, широкое распространение разномасштабных нарушений различных направлений. В основании Приазовского блока по геофизическим данным и широкому развитию магматических пород Оровецким Ю.П. выделен мантийный диапир первично ультраосновного состава [1]. Под Восточно-приазовским блоком зафиксирована центральная часть этого диапира, который ранее упоминался Кармазинным П.С. как восточно-приазовский батолит [2]. Активная жизнь диапира продолжалась от раннего протерозоя до палеозоя. Первично ультраосновная магма, внедряясь в толщи протерозойских пород, ассимилировала их, обогащаясь различными химическими элементами, и привносила их в вышележащие породы [1]. Этим объясняется обогащение пород различными полезными компонентами.

В пределах Кальмиусской площади Восточного Приазовья геологами Приазовской ГРЭ в результате глубинного геологического картирования ГГК-50 были впервые выявлены несколько субвулканических построек в пределах участков Вербовый, Кичиксу и Кирилловский. Эти структуры сложены в основном трахитами, андезитами, их ксенокластолавами и лавобрекчиями палеозойского возраста. Вмещающие породы

представлены протерозойскими гранитами Анадольского комплекса, кварцевыми сиенитами Хлебодаровского комплекса и архейскими диорит-эндербитами, гнейсами и мигматитами Токмакского комплекса. Все они локализованы в пределах Октябрьского и Приморского (Конкского) разломов, [3, 4] которые являются основными рудоконтролирующими структурами; к ним тяготеют все известные рудопроявления и ореолы рассеяния цветных металлов.

Кирилловская палеовулканическая постройка наиболее крупная. Расположена в пределах Октябрьского разлома, в 3 км восточнее с.Кирилловка. В плане, на современном эрозионном срезе, она имеет неправильную форму с общей вытянутостью на 1,5–3 км при ширине до 1,2 км. Располагается, в основном, среди кварцевых сиенитов Кальмиусского массива. В северной и северо-восточной частях к ней примыкают биотитовые граниты этого массива. Как в сиенитах, так и в гранитах имеются многочисленные дайкообразные тела вулканитов того же состава. До 1 км от дневной поверхности она зафиксирована как несколько расширяющаяся на глубину крутопадающая структура внутри кварцевых сиенитов с общей тенденцией ее склонения в юго-западном направлении. Скважинами вскрыты: в центральной части палеовулкана — трахиты и трахитовые порфиры, на западном фланге к ним примыкают андезиты, лавобрекчии трахитов. В краевой части палеовулкана (на западном и восточном флангах) распространены ксенокластолавы трахитов. Завершая характеристику Кирилловского палеовулкана, можно отметить своеобразный характер выклинивания тела по простиранию — в виде протяженных линзообразных полос — апофиз разнообразной протяженности и ширины, которые развиты субпараллельно друг другу, подчеркивают направление разрывных нарушений Октябрьского разлома и иногда ограничены ими. В результате поисков на участке выявлено одно рудопроявление молибдена, два — вольфрама, пункты минерализации молибдена, вольфрама, серебра. Все они приурочены к маломощным зонам кварцевых прожилков, несущих рудную минерализацию.

Субвулканические постройки Кичиксу находятся в 6 км к северо-западу от Кирилловской структуры, будучи в 2,5–3,5 раза меньше ее. В настоящее время в пределах участка Кичиксу выделено по комплексу геофизических данных четыре палеовулканической структуры. Они расположены на пересечении двух зон разломов: Октябрьского и северного фланга Приморского (Конкского), но не среди сиенитов, как Кирилловский, а в биотитовых гранитах Анадольского массива. К востоку граниты сменяются диорит-эндербито-гнейсами, плагиомигматитами Токмакского комплекса. Как и Кирилловский, субвулканические образования Кичиксу разбиты многочисленными крутопадающими на восток зонами дробления, вдоль которых имели место взаимные перемещения блоков и гидротермальные поствулканические образования, в том числе с наложением рудной минерализации. До глубины 400 м субвулканическая постройка характеризуется сложным строением. Проявляется тенденция к общему расширению тела с глубиной. На современном эрозионном срезе зафиксированы узкие (100–150 м) полосы с установленной протяженностью до 2,5 км. По имеющимся материалам характеризуются субвулканические образования сложены преимущественно трахитами, трахит-порфирами и реже ксенокластолавами и лавобрекчиями трахитов. Мощность коры выветривания по скважинам очень велика, что затрудняет детальное исследование объекта. В процессе поисков при ГГК-50 на участке выделено одно рудопроявление вольфрама, одно рудопроявление свинца, пункты минерализации молибдена, вольфрама, серебра, золота. Все рудопроявления и пункты минерализации расположены над участками неглубокого залегания выделенных палеовулканов или на незначительном удалении от них.

В пределах участка Вербовый на глубинах 200–400 м предполагаются субвулканические постройки, которые не вскрыты докайнозойской эрозией. Участок Вербовый



находится в верховьях балки Вербовая, в восточном эндоконтакте Анадольского массива и приурочен к разрывным структурам — производным Приморского (Конкского) и Октябрьского разломов. Западная и северная части участка сложены разнообразными гранитами и мигматитами Анадольского массива, восточная и южная — кварцевыми сиенитами Кальмиусского массива. На контакте между Анадольским и Кальмиусским массивами, примерно по центру участка с юго-запада на северо-восток протягивается полоса шириной 50–700 м, сложенная диорито-эндербито-гнейсами, теньвыми диорито-эндербито-мигматитами и теньвыми плагиомигматитами Токмакского комплекса. Примерно в центре участка по комплексу геофизических данных предполагается тело субвулканических пород, либо аналогичных развитым на участках Кичиксу и Кирилловский, либо более кислого состава. Глубина залегания кровли палеовулкана изменяется от 200 до 500 м, отдельные трещинные тела трахитового состава вдоль Октябрьского и Приморского разломов выходят на поверхность кристаллического фундамента. На глубине 500 м форма субвулканического тела примерно округлая, немного усложнена зонами северо-западного направления и в диаметре достигает 1000 м. С глубиной структура расширяется, вытягивается вдоль зон Октябрьского направления и на глубине 1200 м ее размеры равняются 1200–2000 м. В результате поисков на участке выявлено одно рудопроявление вольфрама.

Геохимические особенности эффузивных пород площади исследовались автором на основании данных полуколичественных спектральных анализов по 27 химическим элементам (295 проб). Рассмотрены два наиболее характерных для перечисленных участков петрографических вида вулканических пород: трахитовый и андезитовый. Для каждого вида созданы выборки содержаний элементов объемом 229 и 66 проб соответственно.

Для оценки содержаний микроэлементов в перечисленных породах рассчитаны кларки концентрации ( $K_k$ ), которые представляют собой отношения содержаний элементов в рассматриваемых породах к кларкам содержания элементов в породах; в данном случае к кларкам в средних породах [5]. Результаты сопоставления породных кларков и средних содержаний химических элементов для каждого вида эффузивных пород участков сведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что в среднем уровня накопления (при  $K_k > 1,5$ ) [6] достигли и в трахитах, и в андезитах следующие элементы: таллий, свинец, вольфрам, хром, висмут, барий, ниобий, молибден, олово и цирконий. Цинк и серебро достигли этого уровня только в трахитах.

Представления о трехуровневом строении геохимического поля (фоновый уровень близкларковых содержаний элементов, первый уровень концентрации элементов, второй уровень концентрации элементов) позволяют оценить преобладание сингенетического или эпигенетического накопления элементов [6]. В нашем случае, лишь три из перечисленных выше элементов — таллий, свинец, цирконий — достигли первого (при  $K_k = 2,4-10$ ) уровня концентрации. Этот уровень проявляется в геохимически специализированных комплексах пород с преобладанием сингенетического накопления. А три элемента - вольфрам, висмут и молибден относятся ко второму ( $K_k > 10$ ) уровню концентрации. Второй уровень концентрации элементов проявляется на площадях активного проявления эпигенетических процессов, в первую очередь среди гидротермально-метасоматических образований.

Табл. 1. Кларки концентрации микроэлементов вулканических пород Кальмиусской площади Восточного Приазовья

Элемент	Кларк для средних пород, ( $n \cdot 10^{-3}\%$ )	Трахиты			Андезиты		
		min	max	сред.	min	max	сред.
P	105	0,14	1,9	0,46	0,29	0,95	0,59
Tl	0,03	1,7	23,3	3,27	1,67	6,67	3,2
Pb	1	0,7	70	5,6	1	7	3,59
Ti	470	0,01	1,06	0,6	0,32	1,06	0,72
W	0,1	1,5	2000	26	1,5	150	6,31
V	15	0,07	1	0,35	0,33	1,33	0,62
Mn	116	0,02	1,7	0,32	0,04	1,29	0,68
Ga	1,8	0,6	1,7	1,09	0,56	1,11	1,06
Ni	2,5	0,12	2	0,52	0,12	0,6	0,24
Cr	6	0,17	8,3	2,14	0,5	5	1,87
Ge	0,15	0,7	2	0,99	0,67	1,33	0,98
Co	2,4	0,02	4,2	0,16	0,06	0,42	0,12
Bi	0,007	7,14	214	24,83	7,14	28,6	15,69
Ba	35	0,43	14,3	1,63	1,43	8,57	2,63
Be	0,15	0,7	3,3	0,7	0,67	0,67	0,67
Nb	1,1	0,9	18,2	2,17	1,36	2,73	1,76
Mo	0,11	0,45	182	12,28	0,23	90,9	9,08
Sn	0,12	0,83	5,83	2,22	1,67	2,5	2
Ce	3,8	0,39	7,9	0,95	0,79	1,32	0,94
Li	1	0,5	15	1,32	0,5	2	1,46
Cu	5,5	0,13	5,5	0,39	0,27	0,9	0,51
Zr	11	0,45	9,1	3,24	1,36	4,55	2,79
Yb	0,22	0,45	13,6	0,64	0,45	1,36	0,62
Y	2,1	0,24	14,3	0,78	0,48	1,43	0,75
La	1,9	0,53	10,5	1,39	1,05	1,58	1,32
Zn	7,2	0,42	13,9	1,69	0,69	2	1,41
Ag	0,01	0,15	15	1,6	0,3	5	1,47

Один из петрографических видов эффузивных пород, а именно трахиты, а также их туфы и лавобрекчии, распространены на трех участках Кальмиусской площади: Вербовом, Кичиксу и Кирилловском. Для сравнения приведена характеристика содержания элементов в вулканических породах каждого участка (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, на всех трех участках в трахитах в большей или меньшей степени уровню накопления соответствуют содержания таллия, свинца, вольфрама, висмута, ниобия, молибдена, циркония, хрома, олова, бария, цинка, серебра, лантана, церия, кобальта. Однако коэффициенты концентрации  $K_k=2,4-10$  и более характерны только для Tl, Pb, W, Bi, Nb, Mo, Zr.

Для перечисленных эффузивных пород площади с помощью прикладной программы SPSS 10.0 проведен корреляционный анализ. Рассчитаны коэффициенты корреляции всех элементов при уровне значимости 0,05. Сравнив полученные коэффициенты корреляции с критическими значениями коэффициента корреляции, а также проверив их значимость с помощью соответствующего критерия Стьюдента, установлена значимая корреляционная связь между элементами: свинец хорошо коррелируется с серебром, а также молибденом, иттрием, ниобием, оловом, иттербием, цинком и литием; для вольфрама характерна значительная связь с медью, кобальтом и слабая связь с оловом; для молибдена характерна корреляция со свинцом, оловом,



цинком, серебром, медью, иттрием и иттербием. В целом, для эффузивных пород площади намечаются такие ассоциации элементов: 1) Pb, Mo, Sn, Zn, Ag; 2) Cu, W, Co, Sn; 3) Ba, Y, Yb, Ce, La, Nb.

Табл. 2. Сравнительная характеристика содержаний элементов в трахитах участков Кальмиусской площади Восточного Приазовья

Элемент	Участок Вербовый	Участок Кичиксу	Участок Кирилловский
P	0,68	0,34	0,46
Tl	2,5	5,3	3,15
Pb	1,62	2,93	5,9
Ti	0,26	0,38	0,63
W	>100	3,67	16,23
V	0,23	0,25	0,36
Mn	0,42	0,24	0,33
Ga	0,88	1,2	1,1
Ni	0,39	0,5	0,53
Cr	0,26	1,3	2,26
Ge	0,89	0,93	1
Co	1,57	0,13	0,12
Bi	23,8	22,86	25
Ba	0,5	1,49	1,67
Nb	4,24	2,7	2,07
Mo	6,44	1,63	13,2
Sn	2,15	1,3	2,29
Ce	1,91	1	0,92
Li	0,67	0,93	1,37
Cu	0,3	0,26	0,41
Zr	2,2	2,18	3,35
Yb	0,6	0,48	0,65
Y	0,6	0,52	0,8
La	2,54	1,51	1,35
Zn	1,06	0,8	1,78
Ag	0,4	0,69	1,7

**Примечание.** В таблице указаны усредненные кларки концентрации.

Проверка гипотез распределения химических элементов дает возможность говорить о преимущественно логнормальном законе распределения элементов в эффузивных породах площади. Это хорошо согласуется с представлениями о характере распределения микроэлементов в изверженных породах [7, 8].

Таким образом, на основании корреляционного анализа, а также учитывая обогащение вулканических пород исследуемой площади некоторыми химическими элементами, можно выделить целый ряд элементов, играющих важную роль в металлогенической специализации Кальмиусской площади Восточного Приазовья. Прежде всего, к таким элементам отнесены: Mo, W, Pb, Ag, Zr, Bi, Sn, Zn.

### Библиографический список

1. Мантийный диапиризм / Оровецкий Ю.П. — Киев: Наукова думка, 1990. — 220 с.
2. Кармазин П.С. Приазовский батолит, его структурное и возрастное положение // Геологический журнал, 1970. — №5. — С. 139–146.
3. Тарасова В.А. Новые данные о минерализации палеозойских вулканитов Восточного Приазовья // Наукові праці ДНТУ, серія гірничо-геологічна. — Донецьк: ДНТУ, 2001. — Вип. 32.

4. Тарасова В.А., Стрекозов С.Н. Новые данные о геохимических особенностях редкометальной минерализации вулканитов Восточного Приазовья // Збірник наукових праць ІГН НАНУ "Геохімічні методи пошуків — стан і перспективи розвитку". — Київ, 2001.
5. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. / А.П.Соловов и др. — М.: Недра, 1990.
6. Питулько В.М., Крицук И.Н. Основы интерпретации данных поисковой геохимии. — Л.: Недра, 1990. — 336 с.
7. Геохимия молибдена и вольфрама. — М.: Наука, 1971.
8. Родионов Д.А. Функции распределения содержаний элементов и минералов в изверженных горных породах. — М.: Наука, 1964.

© Тарасова В.А., 2005

УДК 553.94:551.24.03

Инж. ПАВЛОВ И.О. (ДонНТУ), инж. БУРЛУЦКИЙ Н.С. (Департамент охорони праці)

## О ГЕНЕЗИСЕ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗРЫВОВ ГЛАВНЫХ СИНКЛИНАЛЕЙ ДОНБАССА

Сама ориентировка поперечных разрывов, резко несогласная с простиранием основных линейных складок Донбасса, сразу приводит многих исследователей к мысли о наложенном, постскладчатом характере этих дислокаций. Попов В.С. (о поперечных сбросах Боково-Хрустальского и Должано-Ровенецкого районов): «...образование этой поперечной системы разрывов внутри синклинали произошло не в первые тектонические фазы, а в последующие, когда основная форма синклинали была уже заложена, ...внутренние разрывы образовались при возобновлении сжатия синклинали в том же направлении в более молодую, например ларамийскую фазу. Растягивающие усилия вдоль синклинали в результате общего воздымания способствовали образованию открытых разрывов по трещинам основного поперечного кливажа» [1, стр.150]. Алексеев В.Г. и др. (о поперечных надвигах Ряснянской синклинали) [1, стр.631]: «Морфология этих нарушений, последовательно расположенных по длинной оси Макеевско-Ряснянской синклинали, указывает на образование их в более позднюю фазу, уже после формирования синклинали. Концентрические надвиги являются результатом последующих сжатий, направленных по длинной оси Макеевско-Ряснянской синклинали, т.е. в направлении, перпендикулярном силам, формирующим указанную складку». Помимо ортогональности основным продольным складкам, у этих разрывов есть еще одна особенность. Максимальной амплитуды они достигают в прикилевой части, а на крыльях часто полностью затухают (рис.1). При этом среди поперечных разрывов наблюдаются как типичные отрывы (сбросы Краснокутский, Карловский, Хрустальский, Дедова Горка, Яковенковский, Мельниковский, Яковлевский, Кочергинский, Юськинский) Боково-Хрустальской и Чистяково-Снежнянской синклинали, так и структуры сжатия — надвиги Ряснянской синклинали (Марковский, Дулинский, Вербовый). Это затрудняет выработку единого механизма их образования. Так как в первом случае, для образования поперечных отрывов требуются растягивающие усилия, ориентированные вдоль оси складок, а для формирования поперечных надвигов — наоборот, требуется продольное сжатие. Т.е. получается, что вдоль оси продольных северо-западных складок на постинверсионной стадии одновременно или в разное время действовали растягивающие и сжимающие усилия. Причины и механизм такой кардинальной смены динамической обстановки трудно представить.