

ПРОЯВЛЕНИЕ СУБЩЕЛОЧНОГО ВУЛКАНИЗМА В СЕВЕРНОМ КРИВБАССЕ

Ю.Ф. Великанов, О.Ю. Великанова

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины
03680, просп. Палладина, 34, г. Киев, Украина*

В Северном Криворожье в пределах Первомайского рудного месторождения среди очень сильно метаморфизованных пород докембрия задокументированы и изучены молодые (240–250 млн лет) неметаморфизованные эффузивные породы повышенной щелочности. Лавовая природа эффузивных пород подтверждается наличием миндалекаменных, пористых текстур и афировых структур основной массы. Изученными породами сложена Первомайская трубка взрыва. По минеральному и химическому составу, а также текстурно-структурным особенностям среди эффузивных образований выделены и описаны трахибазальты, трахиандезиты, трахилипариты и трахиты.

Введение. Субщелочные породы для Кривбасса и его обрамления – редкие образования. Первые упоминания о проявлениях субщелочного вулканизма в зоне сочленения Криворожской структуры с Кировоградским блоком приведены в статье М.И. Веригина с соавторами [3]. Там же, на Родионовском участке, Л.Ф. Мордовец и др. [11] описаны трахибазальты. Позднее в работах многих авторов описаны эффузивные породы, установленные в Северном Криворожье и приуроченные в основном к Первомайской трубке взрыва или, по мнению других исследователей, к Терновской астроблеме.

В данной статье приведены результаты исследований имеющегося материала, дополненные данными других исследователей.

Первомайская трубка взрыва находится в северной части Саксаганской полосы Кривбасса, в пределах Первомайского рудного месторождения и приурочена к узлу пересечения субширотной (Девладовская зона разломов) и субмеридиональной (Криворожско-Кременчугская) зон глубинных долгоживущих разломов.

Этот район характеризуется наличием многочисленных, разноориентированных тектониче-

ских нарушений, сопровождающихся сильным брекчированием вмещающих пород. В результате чего территория в целом приобрела мозаично-блоковое строение, очень напоминающее по своим очертаниям типичную кольцевую структуру, что и послужило предпосылкой для выделения здесь трубки взрыва или астроблемы.

В пределах установленной структуры сохранился наиболее полный геологический разрез Кривбасса. В основании разреза залегают гранитоиды архейского фундамента, которые со стратиграфическим несогласием перекрыты образованиями новокриворожской свиты, представленными амфиболитами и сланцами среднего и основного состава. Выше эта толща перекрыта существенно терригенными отложениями скелеватской свиты, представленными филлитами, тальк-карбонатными сланцами, метапесчаниками, метагравелитами и метаконгломератами, которые в свою очередь перекрыты железисто-кремнистыми образованиями и железными рудами саксаганской свиты, сложенными семью сланцевыми и семью железистыми горизонтами. Выше со стратиграфическим и угловым несогласием залегают углистые и слюдястые сланцы, метапесчаники, метаконгломераты и кварц-карбонатные породы гданцевской свиты. Завершают

© Ю.Ф. Великанов, О.Ю. Великанова, 2011

разрез кварцево-сланцевые сланцы, метапесчаники, метагравелиты и метаконгломераты глеватской свиты.

Обломочный материал всех этих пород присутствует в составе взрывных брекчий и лавобрекчий.

При документации подземных горных выработок в шахтах Первомайского рудника среди глубоко метаморфизованных пород докембрия установлены и изучены взрывные брекчии и тела неметаморфизованных вулканогенных пород-лав и лавобрекчий, образующих трубку взрыва диаметром в несколько сотен метров. По отношению к вмещающим породам эти образования являются рвущими телами с почти вертикальным залеганием. По подземным горным выработкам лавы и лавобрекчии прослежены до глубины 920 м. Они слагают пространственно разобщенные тела неправильной формы и отдельные маломощные жилы, выполняющие полости, образовавшиеся при взрыве.

Краткий обзор предыдущих исследований. О генезисе и составе молодых неметаморфизованных вулканогенных пород, обнаруженных в Северном Криворожье, существуют разные представления.

Так, В.А. Тихонов с соавторами [18] выделил здесь брекчиевую трубку, сложенную тектонической и эруптивной брекчией. Ее обломки сцементированы сильно измененным стеклом, в котором определены реликты пироксенов, оливинов и магнетит. Л.Ф. Мордочев с соавторами [10, 12] в

Северном Криворожье описали породы базальтового и андезит-трахиандезитового состава, приуроченные к центральной части субвулканического тела. В 1980 г. Б.И. Пирогов с соавторами [15] установил и описал здесь трахиты, позже Э.В. Дмитриев с соавторами [6] – трахилипариты.

А.Н. Никольский [13, 14], В. Л. Масайтис с соавторами [9], А.А. Вальтер и др. [2], Е.П. Гуров [4], Еременко Г.К. [7], отрицают вулканогенную природу этих образований и предполагают астроблемный генезис всего Первомайского рудного узла, то есть рассматривают как структуру, образовавшуюся в результате метеоритного удара. Четыре результата химического анализа, проведенного геологами экспедиции "Кривбассгеология" (табл. 1, ан. 9–12) и два – А.А. Вальтером и др. [2] (см. табл. 1, ан. 13, 14), мы по химическому составу и положению на классификационных диаграммах вулканических пород интерпретировали как трахиандезиты. Указанные авторы считают проанализированные породы импактитами.

Не исключено, что эти породы представляют собой продукты различных частей единой крупной вулканической структуры.

Н.П. Семенов с соавторами [16, 17] считают эту структуру трубкой взрыва, приуроченной к тектонически ослабленному участку пересечения субширотной и субмеридиональной зон глубинных разломов и являющуюся следствием тектоно-магматической активизации на платформенном этапе развития региона.

Таблица 1. Химический состав вулканитов Первомайской трубки взрыва, %

Оксиды	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	59.06	63.83	60.1	61.33	64.74	58.83	58.4	54.09	61.98	61.96	65.75	64.1	61.54
TiO ₂	0.37	0.37	0.45	0.4	0.52	0.94	0.41	0.47	0.39	0.37	0.34	0.39	0.66
Al ₂ O ₃	10.82	10.99	14.04	13.22	13.7	12.98	12.66	11.36	14.01	13.56	13.38	13.95	12.27
Fe ₂ O ₃	1.2	1.28	1.1	3.78	1.68	1.72	1.46	5.11	0.01	1.73	1.75	2.22	2.22
FeO	1.8	1.44	2.94	3.43	3.24	3.6	2.73	2.16	2.74	2.23	2.66	2.29	3.12
MnO	0.12	0.09	0.06	0.02	0.05	0.06	0.1	0.1	сл.	сл.	сл.	0.02	0.11
MgO	2.08	2.16	4.43	5.5	4.64	5.97	4.38	2.5	3.84	3.72	4.93	3.98	3.74
CaO	8.3	5.8	2.6	0.5	0.9	1.87	5.43	7	1.52	1.52	0.47	1.29	2.94
Na ₂ O	0.4	0.3	0.88	1.9	2	1.14	1.3	0.2	0.8	0.8	0.7	0.92	0.57
K ₂ O	6.22	6	7.15	5.9	4.3	5.75	5.6	6.12	8.97	9.5	6.66	6.18	7.5
P ₂ O ₅	0.11	0.14	0.15	0.03	0.12	0.12	0.15	0.12	0.2	0.2	0.18	0.14	0.14
S _{общ}	0.05	0.1	0.16	1.19	0.25	0.15	0.44	3.18	0.06	0.13	0.18	0.14	0.22
H ₂ O	0.82	0.91	1	0.66	0.47	1.59	0.92	0.77	0.43	0.55	0.55	0.56	0.67
П. п. п.	2.04	1.94	2.21	1.55	2.82	3.32	0.9	2.83	2.23	2.08	2.43	2.25	1.61
CO ₂	6.06	4.57	2.51	1.4	0.44	1.56	4.9	5.19	1.1	1.13	0.14	0.81	3.2
Сумма	99.45	99.92	99.78	100.81	99.83	99.6	99.78	101.2	99.28	99.48	100.12	99.25	100.51

Примечание. 1 – 3-II-79 – лава трахиандезитовая; 2 – 3а-II-79 – то же; 3 – В-3-80/6 – то же; 4 – В-3-80/7 – то же; 5 – 1-II-79 – то же; 6 – В-3-80/1 – лавобрекчия трахибазальтовая; 7 – В-3-1/1 – то же; 8 – 2-II-79 – то же; 9–12 – результаты, полученные экспедицией "Кривбассгеология"; 255, 255/5, 360/1, 360/3 – импактиты (трахиандезиты); 13–14 – результаты

Петрологические и геохимические исследования. Как отмечено выше, каменный материал получен авторами при документации подземных горных выработок в шахтах Первомайского РУ. Изученные породы представлены эксплозивными брекчиями, лавами и лавобрекчиями.

Эксплозивные брекчии, в отличие от тектонических брекчий, сложены обломками пород разных свит криворожской серии и подстилающих архейских гранитоидов фундамента, поднятых с нижних горизонтов разреза и вклинившихся в породы глееватской свиты в результате взрыва.

Лавы – светло-серые, зеленовато-серые плотные или пузырчатые (из-за многочисленных пустот разного размера) породы, нередко с миндалинами и кварц-карбонатными обособлениями. Пустоты в пузырчатых разностях обычно составляют 10–40 % объема породы, часть их выполнена кварцевым, карбонатным или кварц-карбонатным материалом нередко с сульфидами и хлоритом. Стенки пустот часто сложены опалом, параллельно-волокнустыми, радиально-лучистыми или сноповидными агрегатами халцедона, а также карбонатами, сульфидами, хлоритом.

Форма миндалин и пустот овальная, округлая, неправильная, размер от 0,5–1,0 до 5–7 мм. В зависимости от размера пустот можно выделить следующие текстуры описываемых пород: крупнопузырчатые с размером пустот более 5 мм, среднепузырчатые – пустоты от 3 до 5 мм и мелкопузырчатые – 0,5–3 мм.

Пузырчатые текстуры – это следствие дегазации магмы при остывании в близповерхностных условиях.

Наблюдается вертикальная зональность в распределении текстур по глубине. Мелкопузырчатые текстуры установлены на глубине 108–130 м, среднепузырчатые – 360, крупнопузырчатые – 465 м и ниже.

Структуры основной массы пород – гиалопилитовая, крипнокристаллическая. При большом увеличении в составе основной массы установлены беспорядочно ориентированные мельчайшие вытянутые лейсты полевых шпатов, биотита, иголки хлорита, тонкораспыленный стекловатый материал и неопределимые даже при большом увеличении тончайшие пылеватые массы. Хлорит развивается, видимо, по биотиту – это бледно-зеленоватый игольчатый минерал с низкими цветами интерференции, местами изотропный.

Лавобрекчии – темно-серые или зеленовато-серые с миндалинами и кварц-карбонатными обособлениями породы. В отличие от лав лавобрекчии содержат обломки вмещающих пород: микрогнейсов, микросланцев, кварц-карбонатных пород, железисто-кремнистых пород и руд, гранитоидов фундамента, труднодиагностируемых светло-серых мелкозернистых пород (видимо, ранее застывших лав), обломки в разной степени раскристаллизованных вулканических стекол и обломки разных минералов в количестве от 10 до 60 % от объема породы.

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
57.7	59.9	61.5	47.7	59.6	55.6	64.4	63.5	61.6	60.4	58.2	62.8	72.9	57.84	60.68
0.38	0.56	0.48	0.54	0.4	0.37	0.4	0.4	0.32	0.32	0.29	0.32	0.48	1.11	0.38
13.79	13.94	13.25	13.25	11.2	12.48	13.4	13.6	10	11.4	10.3	11.2	14.18	17.24	17.74
2.01	2.35	1.72	1.57	2.6	3	2.4	3	1.9	1.9	1.1	0.7	1.65	3.97	2.64
2.3	3.61	4.26	5.42	2.1	3.4	2.1	2.9	4	2.8	2.2	1.4	0.31	3.18	2.62
0.06	0.03	0.06	0.12	0.45	0.14	0.4	0.1	0.12	0.07	0.13	0.12	0.13	0.05	0.06
3.89	5.85	5.25	7.95	4.5	5.2	4.3	3.6	2.54	3.3	2.45	2		1.25	1.12
4.3	0.63	0.93	6.54	3.66	4.67	0.1	0.2	4.9	5	8.5	5.7	1.13	4.2	3.09
0.47	0.86	1.92	0.7	0.44	0.66	0.6	0.9	0.22	0.6	0.31	0.18	3.54	5.67	4.43
8.42	7.5	5	5.62	8.16	6.48	9.8	8.4	7.35	7.62	7.32	7.22	3.94	3.62	5.74
0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13			0.12	0.12	0.1	0.12	0.01	0.57	0.24
0.24								0.49	0.05	0.01	0.03			
1.11												1.33	1.3	1.26
6.12	4.2	5.6	10.02	6.51	7.63	1.7	2.5	7.1	6.6	9	8.5			
								4.72	3.83	6.73	4.87			
100.9	99.56	100.09	99.56	99.76	99.76	99.6	99.1	105.38	104.01	106.64	105.16	99.6	100	100

А.А. Вальтера и др. [2] – импактиты (трахиандезиты); 15–17 – результаты Л.Ф. Мордовец и др. [10, 11]; 15 – трахиандезит [10], 16 – трахиандезит [10], 17 – базальт [11]; результаты Э.В. Дмитриева и др. [6] – 18–21 – трахиллипариты; результаты Б.И. Пирогова и др. [15] – 22–25 – трахиты; 26–28 по Дэли [5]: 26 – липарит; 27 – трахиандезит, 28 – трахит.

Размер обломков – от нескольких миллиметров до 3–5 см. Обломки вмещающих пород в разной степени оплавлены, нередко наблюдается их частичная перекристаллизация. Границы обломков и цементирующей лавы нечеткие, расплывчатые. В зависимости от степени оплавления контуры их, сливаясь с основной массой, становятся трудноразличимыми.

Локализация эффузивных лав и лавобрекчий на ограниченной территории позволяет отнести их к излияниям центрального типа.

Среди лав и лавобрекчий Первомайской трубки взрыва установлены породы ультраосновного, основного, среднего и субщелочного составов. Взаимоотношения между этими разностями пород не наблюдались, поскольку они задокументированы на разных горизонтах подземных горных выработок.

В табл. 1, как указано выше, приведены результаты химического анализа субщелочных пород Первомайской трубки взрыва, дополненные данными других исследователей.

Основными параметрами, характеризующими облик описываемых пород, служат содержание кремнезема, глинозема, железистость, известковистость и щелочность.

По результатам химического анализа (см. табл. 1), содержание SiO_2 варьирует в пределах

54,09–65,75 %, Al_2O_3 – 10,0–14,04 %, суммарная железистость составляет 2,10–7,27 %, при этом содержание закисного железа в подавляющем большинстве случаев превышает содержание окисного; содержание K_2O в породах – 4,30–9,50 %, Na_2O – 0,20–2,0 %. При этом количество K_2O всегда резко преобладает над количеством Na_2O , что свидетельствует о резком преобладании калиевых полевых шпатов над плагиоклазами во всех породах.

На классификационных диаграммах (рис. 1 и 2) для эффузивных вулканических пород [8] основная масса фигуративных точек описываемых пород сосредоточена в полях трахиандезитов, что подтверждается и данными петрографических исследований. Некоторый разброс фигуративных точек и размещение их в сопредельных полях обусловлены, видимо, вторичными изменениями исходных пород.

По данным полуколичественного спектрального анализа, в лавах и лавобрекчиях установлены Pb, V и Sr (до 0,03 %), Cu – до 0,02 %; La, Zn, Ni и Zr – до 0,01 %; в тысячных долях процента присутствует Co и Mo, в десятитысячных – Be.

Трахиандезиты Северного Криворожья по химическому составу и содержанию элементов-примесей сходны с андезит-трахиандезитовым комплексом Донбасса [1].

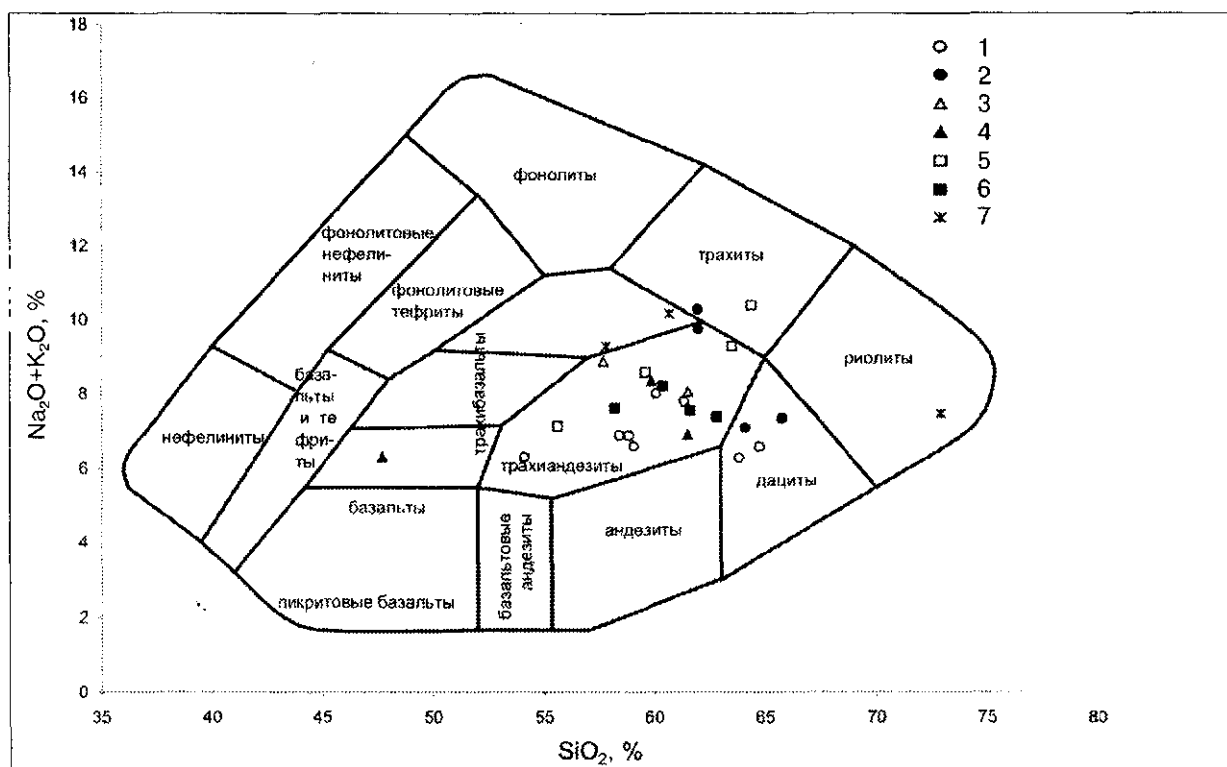


Рис. 1. Положение субщелочных пород Северного Кривбасса на классификационной диаграмме вулканических пород, по Коху и др. [8]. Результаты анализа: 1 – авторские, 2 – экспедиции "Кривбассгеология", 3 – [2], 4 – [10], 5 – [6], 6 – [15], 7 – [5]

На заключительных этапах становления породы, слагающие трубку взрыва, подвергались интенсивным гидротермальным изменениям, проявившимся в окварцевании (опал, халцедон), биотитизации, актинолитизации, хлоритизации и гизингеризации.

Характерно, что поздние гидротермальные процессы, как и сами вулканогенные образования, имеют гораздо более поздний возраст, чем проявления щелочного метасоматоза в регионе. Последний, по мнению большинства исследователей Кривбасса, имеет возраст около 2000 млн лет.

Сильная вторичная измененность описываемых пород не всегда позволяет уверенно установить их первичный состав и принадлежность к определенным типам.

Тем не менее, по минеральному и химическому составу, а также текстурно-структурным особенностям с определенной долей условности среди эффузивных образований Первомайской трубки взрыва установлены: трахибазальты, трахиандезиты, трахилипариты и трахиты.

Ниже приведено краткое описание выделенных разновидностей пород.

Трахибазальты – зеленовато-серые, плотные породы, отличающиеся от базальтов присутствием калиевого полевого шпата (до 10 %), который в виде мелких таблитчатых выделений наблюдается

в основной массе. В ней отмечены редкие мелкие зерна оливина, пироксена, роговой обманки. Вторичные минералы представлены биотитом и хлоритом. В незначительном количестве присутствует полураскристаллизованное вулканическое стекло.

Трахиандезиты – зеленовато-серые, плотные породы. Структура основной массы гиалопилитовая, микролитовая, микрофельзитовая. Основная масса представлена в разной степени раскристаллизованным вулканическим стеклом, мелкими таблитчатыми выделениями полевого шпата, мелкими лейстами плагиоклазов, хлорита. Среди аксессуарных установлен апатит. Рудные представлены магнетитом.

Результаты химического анализа трахиандезитов представлены в табл. 1 (ан. 1–5, 9–16).

Характерная особенность этих пород – повышенное содержание щелочей (до 9,5 %), при этом содержание K_2O всегда выше содержания Na_2O . Высокая щелочность обусловлена значительным содержанием в породах калиевых полевых шпатов. По сравнению с трахиандезитами (по Дэли [5], (см. табл. 1, ан. 27) трахиандезиты Северного Криворожья (см. табл. 1, ан. 1–5) характеризуются несколько более высоким содержанием кремнезема за счет вторичного окварцевания, а также MgO , H_2O , K_2O и более низким содержанием гли-

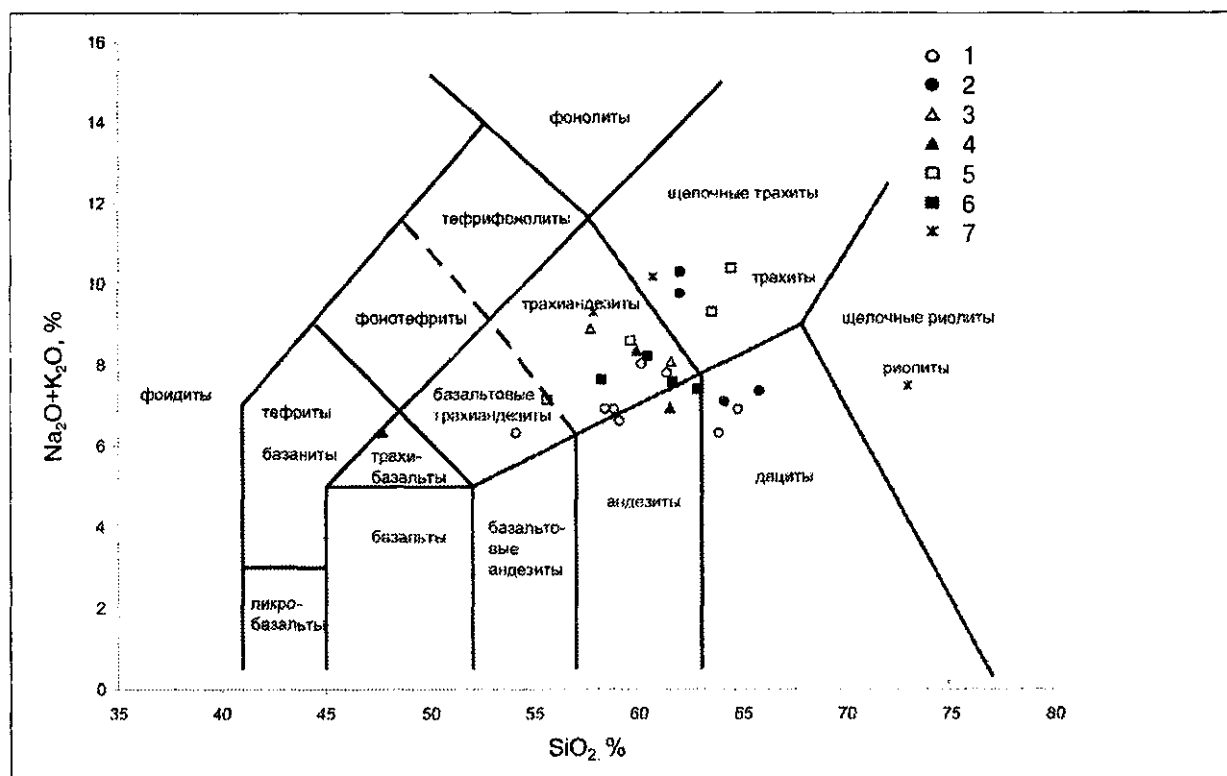


Рис. 2. Положение субщелочных пород Северного Кривбасса на классификационной диаграмме для вулканических пород, по Р. Ле Метру, Дж. Беллини, М. Ле Ба Р. Шмиду и др. [8]. Услов. обозначения см. на рис. 1

Таблица 2. Изотопный возраст лав и лавобрекчий Первомайской трубки взрыва (материал для определения – порода)

Место отбора и номер пробы	Порода	Содержание		Возраст, млн лет
		K ₁ , %	Ar ⁴⁰ , г/г*10 ⁻⁷	
Шахта В-3, гл. 115 м, 3-II-79	Лавя пузырьчатая, трахиандезитового состава	5.08	0,942	245
			0,924	240
Шахта В-3, гл. 115 м, 3 ^а -II-79	То же	5.45	1,053	253
			1,053	253
Шахта В-3, гл. 118 м, 8-II-79	Лавобрекчия	4.95	1.113	265
Шахта В-3, гл. 125 м, В-3-79	То же	6.1	1.726	360
Шахта В-3, гл. 145 м, В-3 ^а -79	То же	3.6	0.986	350

нозема, титана, оксида железа и, прежде всего, Na₂O. Известковистость пород очень изменчива, видимо, за счет разного содержания полевых шпатов и кальцита.

А.А. Вальтер [2] (см. табл. 1, ан. 13, 14) и геологи экспедиции "Кривбассгеология" (см. табл. 1, ан. 9–12) считают породы Первомайского рудного узла импактитами. По химическому составу нами эти породы отнесены к трахиандезитам.

Трахиты выделены и описаны Б.И. Пириговым с соавторами [15]. Минеральный состав трахитов по их данным следующий, %: санидин – 55–88, ортоклаз – 0–11, хлорит – 7–34, магнетит – 0–2. Санидин присутствует в виде мелких таблитчатых кристаллов, размером до 0,05 мм. Пелитизированный ортоклаз образует порфиоровые выделения, размером до 0,3 мм. Хлорит замещает вулканическое стекло и темноцветные минералы.

По химическому составу (см. табл. 1., ан. 22 – 25) описываемые эффузивные породы подобны калиевым трахитам. От трахитов нормального ряда (см. табл. 1, ан. 28) они отличаются пониженным содержанием глинозема, более высокой магнезиальностью и известковистостью, резким преобладанием содержания K₂O над Na₂O. Высокое содержание CaO, CO₂ и п. п. п. связано с обилием в породах кальцита, а также вторичных минералов – хлорита, гизингерита и других.

Трахилитариты установлены и описаны Э.В. Дмитриевым с соавторами [6] как светлые зеленовато-серые породы миндалекаменной и пористой текстуры с афировой структурой основной массы. Мелкие и редкие вкрапленники представлены изометричными зернами кварца размером 0,06–0,09 мм с содержанием 2–3 %, основная масса породы, составляющая 60–80 % объема,

сложена удлиненными беспорядочно ориентированными микролитами калишпата (видимо санидина) и микрокристаллическими продуктами девитрификации стекла. Структура меняется от микролитовой до гиалопилитовой.

Нами такие породы, также отобранные в горных выработках шахты Вентиляционная-3, по химическому составу (см. табл. 1, ан. 1–5) и положению их на классификационных диаграммах для вулканогенных пород отнесены к трахиандезитам.

Изотопные исследования молодых неметаморфизованных вулканогенных пород показали, что внедрение их происходило на рубеже палеозоя и мезозоя. Изотопный возраст пузырьчатых лав, определенный по породе калий-аргоновым методом (табл. 2, ан. 1, 2) составляет 240–250 млн лет.

Изотопный возраст лавобрекчий – 265–360 млн лет. Разница в возрасте лав и лавобрекчий обусловлена, видимо, примесью в лавобрекчиях обломочного материала вмещающих пород.

Близкий возраст – 280 ± 10 млн лет по этим породам приведен в работе А.А. Вальтера и др. [2], которые считают их импактитами.

Таким образом, время взрывного вулканизма в Кривбассе синхронно позднегерцинской фазе вулканизма и складкообразования в Донбассе и отражает, видимо, эту фазу тектоно-магматической активизации консолидированной платформы. При этом внедрение эффузивного материала произошло на тектонически ослабленном участке пересечения долгоживущих региональных разломов субмеридионального и субширотного простираний.

В зонах платформенной активизации и проявления позднепалеозойского вулканизма установлено аномальное содержание золота, повышенное – медно-молибденовой, свинцово-цинковой минерализации, а также некоторых щелочноземельных (Sr) и редкоземельных (Zr и La) элементов, кроме того выявлены некоторые высокобарические минералы.

Выводы. 1. Северное Криворожье характеризуется многочисленными зонами глубинных разноориентированных тектонических нарушений, за счет чего район приобрел вид территории мозаично-блокового строения. Это обусловило внедрение здесь, на тектонически ослабленной площади, эффузивного материала и образование трубки взрыва.

2. Геологические и геохронологические данные свидетельствуют о проявлении позднепалеозойской тектоно-магматической активизации в

Северном Криворожье на платформенном этапе развития, обусловившей образование Первомайской трубки взрыва и о перспективах поисков на данной территории полезных ископаемых, характерных для областей активизации платформ.

3. Среди субщелочных пород Северного Криворожья по химическому и вещественному составу установлены трахибазальты, трахиандезиты, трахилипариты и трахиты, слагающие Первомайскую трубку взрыва.

4. По времени проявления и особенностям состава позднепалеозойские вулканические образования Северного Криворожья сопоставимы с вулканитами андезит-трахиандезитового комплекса Донбасса.

5. Наличие вулканических пород разного состава – от трахибазальтов до трахитов – свидетельствует о неоднократном пульсирующем характере внедрения глубинной магмы.

Поступила 15.02.2011.

1. Бутурлинов М.В., Зарицкий О.И., Глебова М.С. Андезит-трахиандезитовый комплекс Донбасу і особливості його формування // Геол. журнал. – 1972. – 32, № 6. – С. 86–90.
2. Вальтер А.А., Рябенко В.А., Котловская Ф.И. Терновская астроблема – новый наиболее глубоко эродированный кратер УЩ // Докл. АН УССР. – Сер. Б. – 1981. – № 2. – С. 3–7.
3. Веригин М.И., Загоруйко Л.Ф., Киселев А.С. и др. Проявление щелочного вулканизма в Криворожско-Кременчугской зоне и перспективы его металлоносности // Геохимия и рудообразование. – 1976. – Вып. 5. – С. 61–67.
4. Гуров Е.П. Стишовит из Терновской астроблемы // Минерал. журн. – 1982. – 4., № 2. – С. 75–76.
5. Дэли Р.О. Изверженные породы и глубины Земли. – М.-Л.: ОНТИ, НКТП СССР, 1936. – 591 с.
6. Дмитриев Э.В., Грицай Ю.Л., Сокуренок И.Г. Субвулканические дайки трахилипаритов Криворожского железорудного бассейна // Изв. АН СССР. – Сер. геол. – 1981. – № 12. – С. 28–34.
7. Еременко Г.К. Терновская астроблема в Северном Криворожье // Докл. АН СССР. – 1980. – 253, № 2. – С. 449–451.
8. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород. – М.: Недра, 1985. – 511 с.
9. Масайтис В.Л., Мацак М.С., Соколова И.Ю. Гипербарические фазы кремнезема в Терновской астроблеме // Докл. АН СССР. – 1980. – 255., № 3. – С. 709–713.
10. Мордовец Л.Ф., Веригина Р.С., Кузнецова М.Н. и др. Субвулканические породы андезит-трахиандезитового комплекса Северного Криворожья // Геохимия и рудообразование. – 1977. – № 6. – С. 42–46.
11. Мордовец Л.Ф., Ефименко Н.Г., Трощенко В.Н. и др. Субвулканические породы платформенного типа в Криворожско-Кременчугской зоне // Сов. геология. – 1974. – № 10. С. 148–152.
12. Мордовец Л.Ф., Кузнецова М.Н., Герра-Гарсия М.А. и др. Андезиты и гиалоандезиты Северного Криворожья // Докл. АН СССР. – 1974. – 216., № 1. – С. 162–165.
13. Никольский А.Н. О генезисе тридимит-гизингеритовых пород Первомайского месторождения в Криворожье // Докл. АН СССР. – 1979. – 249., № 2. – С. 436–439.
14. Никольский А.Н. Геология Первомайского железорудного месторождения и преобразование его структуры метеоритным ударом. – М.: Наука, 1991. – 72 с.
15. Пирогов Б.И., Евтехов В.Д., Сокуренок И.Г. и др. Находка агата в Кривбассе // Докл. АН УССР. – Сер. Б. – 1980. – № 7. – С. 25–28.
16. Семененко Н.П., Великанов Ю.Ф., Гладких В.И. и др. Позднепалеозойский вулканизм в Среднем Приднепровье // Геол. журнал. – 1995. – № 2. – С. 9–13.
17. Семененко Н.П., Яроцук Э.А., Великанов Ю.Ф. и др. Связь мезозойского платформенного вулканизма с зонами активизации в докембрии Северного Криворожья // Геохимия и рудообразование. – 1985. – № 13. – С. 3–13.
18. Тихонов В.А., Карпенко В.С., Кудлаев А.Р. и др. Брекчиевая трубка в Северном Криворожье // Геология рудных месторождений. – 1968. – 10., № 3. – С. 17–28.

Великанов Ю.Ф., Великанова О.Ю. Прояви сублужного вулканізму у Північному Кривбасі. У Північному Криворіжжі в межах Першотравневого рудного родовища серед глибоко метаморфізованих порід докембрію задокументовано та вивчено молоді (240–250 млн років) неметаморфізовані ефузивні породи підвищеної лужності. Лавова природа ефузивних порід підтверджується наявністю мигдалекам'яних, пористих текстур і афірових структур основної маси. Досліджені породи складають Першотравневу трубку вибуху. За мінеральним і хімічним складом, а також текстурно-структурними особливостями серед ефузивних утворень виділено і описано трахибазальти, трахиандезити, трахіліпарити і трахіти.

Velikanov Y.F., Velikanova O.Y. Manifestation of alkali volcanism in the Northern Kryvbass. In the Northern Kryvbass, in the Pervomaysk ore deposit, the young (240–250 Ma) unmetamorphized effusive rocks of increased alkalinity were documented and investigated. Lava origin of the effusive rocks are shown from presence of amigdaloid, porous and aphyric textures of the rock mass. These rocks compose the Pervomayka explosion structure. Trachibasalt, trachianandesites, trachiliparites and trachites were found and described by mineral and chemical composition, but also by textural-structural properties.