

УДК 552.3:553.48:550.42

О.Ю. ВЕЛИКАНОВА, Ю.Ф. ВЕЛИКАНОВ

## ПЕТРОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РУДОНОСНОСТЬ УЛЬТРАБАЗИТОВ ДЕВЛАДОВСКОГО МАССИВА (СРЕДНЕЕ ПРИДНЕПРОВЬЕ)

*Приведены результаты изучения петролого-геохимических особенностей ультрабазитов Девладовского массива. Установлены перспективы их рудоносности. Впервые в статье дана краткая характеристика сульфидной минерализации, имеющей большое значение для оценки перспектив никеленосности массива.*

### ВВЕДЕНИЕ

Ультраосновные породы распространены в различных структурах земной коры и несут важную информацию о составе вещества верхней мантии, особенностях процессов магматизма и закономерностях развития регионов.

С ультраосновными породами в различных регионах мира генетически и пространственно связаны сульфидные медно-никелевые руды, месторождения хромитов, титана, золота, платиноидов и других полезных ископаемых.

Ультраосновные породы широко развиты в различных районах Украинского щита и в большинстве случаев преобразованы в процессе наложенных постмагматических процессов в серпентиниты, тальковые, тальк-карбонатные, актинолит-тремолитовые и хлоритовые сланцы.

Петролого-геохимические исследования позволяют восстановить первичный, исходный состав пород, условия локализации, установить их связь с этапами развития района, определить петрологические и геохимические особенности и дать оценку перспектив на полезные ископаемые, а также сопоставить с аналогичными образованиями в других регионах.

В статье приведены результаты обобщения литературных данных, а также изучения имеющегося каменного материала по ультрабазитам Девладовского массива с помощью как традиционных минералого-петрографических, так и современных методов исследования – РФА, ICPMS, PCMA.

Ранее поисковыми работами в ультрабазитах Девладовской зоны разломов выявлены месторождения и рудопроявления силикатного никеля, однако детальных исследований этих пород на сульфидные медно-никелевые руды практически не проводилось.

### КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ранее ультрабазиты Девладовского массива с разной степенью детальности описаны в работах Славутского М.Б. с соавторами [12], Ильвицкого М.М. [9, 10, 11], Танатар-Бараша З.И. с соавторами [15, 16], Голуб Е.Н. с соавторами [7], Бурцевой З.А. с соавторами [1], Фомина А.Б. [17, 18], Семенов Н.П. с соавторами [13], Щербакова И.Б. [23], Шумлянського Л.В. с соавторами [22], Великановой О.Ю. [5] и других исследователей.

Тем не менее, отдельные вопросы, касающиеся петрологии, геохимии пород и особенностей рудоносности некоторых дефицитных в стране металлов, остались недостаточно исследованными. Особенно

это касается петрохимии, геохимии и рудоносности пород непосредственно Девладовского массива.

В данной работе представляется возможным систематизировать имеющиеся данные по петрохимии и геохимии, выявить в результате проведенных исследований особенности геохимических процессов, которые имели место в районе при формировании ультраосновных пород и рудной минерализации в них и их последующей эволюции, которые привели к формированию аномальных концентраций некоторых рудных элементов.

### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ И МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД

Девладовский массив находится в пределах Девладовской региональной зоны разломов, восточнее Терновской синклинали, и вытянут в субширотном направлении более чем на 9 км при мощности 300–400 м.

Массив сложен перидотитами, габбро-перидотитами, дунитами и пироксенитами. Особенностью пород является их слабая метаморфическая переработка, хотя в верхних частях массива ультрабазиты преобразованы в серпентиниты и серпентинизированные разности, которые с глубины 80–150 м переходят в неизменные породы. В краевых частях массива кроме серпентинитов нередко наблюдаются актинолит-тремолитовые и хлоритовые сланцы.

Вмещающие породы в центральной части массива и на западе представлены амфибол-биотитовыми гнейсами и мигматитами, на востоке – розовато-серыми плагиоклаз-микроклиновыми порфиroidными демуриновскими гранитами.

В породах Девладовского массива наблюдается слабая дифференциация пород, проявившаяся в зональном распределении слагающих его пород – дунитов или оливинитов в центральной части массива, а по периферии пироксенитов, что свидетельствует о магматической дифференциации первичной магмы в период становления массива, а также различная степень, характер и интенсивность постмагматических процессов.

Основными породообразующими минералами ультрабазитов являются оливины и пироксены, реже встречаются амфиболы и плагиоклазы; вторичные – серпентины, актинолит, тремолит, хлорит. Среди аксессуарных установлены апатит, рутил, сфен.

Рудные минералы в ультрабазитах массива представлены пирротинном, пиритом, халькопиритом, пентландитом, миллеритом, магнетитом и хромитом. В единичных зернах установлены никелин и кобальтин. Сульфиды присутствуют обычно в виде редкой рассеянной вкрапленности и значительных скопле-

Таблица 1. Химический состав сульфидных минералов

Минерал	Содержание компонентов, %								
	Fe	Cu	Ni	Co	Mn	Ag	As	S	Сумма
Пирит	46,5		0,2	0,1				53,0	99,8
Пирит	47,1		0,1					52,9	100,1
Кобальт-пирит	45,8		0,7	1,3				52,2	100,0
Пирротин	60,3	0,3	0,6	0,1				39,0	100,3
Пирротин	60,5	0,2	0,4	0,1				39,3	100,5
Пирротин	61,1	0,2	0,5	0,1				38,2	100,1
Пентландит	32,4	0,1	33,4	0,7				33,7	100,3
Пентландит	35,1	0,2	34,2	0,8				29,3	100,2
Миллерит	0,6	0,3	64,5	1,2	0,2			33,1	99,9
Миллерит	0,4	0,2	63,8	1,4	0,2			34,1	100,1
Кобальтин	1,1		0,8	35,4			44,2	18,2	99,7
Халькопирит	31,2	33,1				0,2		35,8	100,3
Халькопирит	30,0	34,1				0,1		35,9	100,1
Халькопирит	30,9	33,7				0,1		35,6	100,3
Халькопирит	29,9	35,0				0,3		34,6	99,8

Примечание. Анализы выполнены на микроанализаторе JXA-5, аналитик И.Н. Бондаренко.

ний не образуют. Магнетит развит более широко и наблюдается в двух генерациях.

Характер выделений рудных минералов и особенности их локализации свидетельствуют об их первично-магматическом происхождении, хотя отмечается и эпигенетическая минерализация – миллерит, пирит, кобальт-пирит и магнетит II генерации.

Ниже приводится краткая характеристика основных рудных минералов.

**Пирротин.** Наиболее широко развит среди сульфидов и образует обычно вкрапленность мелких неправильной формы выделений в интерстициях основных породообразующих минералов или в виде мельчайших включений в оливинах и пироксенах. В свою очередь пирротин нередко содержит тончайшие включения пентландита. Микронзондовыми исследованиями (табл. 1) в пирротинах установлены примеси Ni, Co и Cu. Наличие Ni и Cu обусловлено присутствием ростков пентландита и халькопирита.

**Пирит** в ультрабазитах массива присутствует в виде редкой вкрапленности мелких неправильной формы выделений. Более широко пирит развит в кварцевых и кварц-карбонатных прожилках, рассекающих ультрабазиты. В составе пирита постоянно содержится примесь никеля и часто кобальта (см. табл. 1).

**Халькопирит** – основной концентрат меди и второй после пирротина по распространенности минерал в ультрабазитах Девладовского массива. Халькопирит образует мелкую рассеянную вкрапленность неправильной формы зерен. В составе халькопирита почти постоянно наблюдаются примеси серебра.

**Пентландит** встречается редко и находится в тесной парагенетической ассоциации с халькопиритом и пирротинном, образуя в них игольчатые или мельчайшие пламенивидные выделения, что характерно для структур распада. Вместе с пентландитом в сростках с пирротинном иногда наблюдается халькопирит. В составе пентландита постоянно наблюдаются примеси Cu и Co.

**Миллерит** наблюдается редко и отмечается в виде мельчайших игольчатых выделений, приуроченных к участкам вторичных изменений пород в верхней части разреза ультрабазитов Девладовского массива или к трещинам в породах, где образует радиально-лучистые агрегаты. Судя по приуроченности миллерита к участкам карбонизации и хлоритизации, он является здесь вторичным минералом и образовался, видимо, при инфильтрации никель-содержащих растворов в процессе выветривания серпентинизированных ультраосновных пород. В составе миллерита установлены примеси Fe, Cu, Co и Mn (см. табл. 1).

**Кобальтин** представлен редкими изометричными зернами и наблюдается в виде редкой вкрапленности в ультрабазитах. В отраженном свете минерал белый с розоватым оттенком. В качестве примесей содержит Fe и Ni.

**Никелин** установлен в мелких единичных зернах неправильной формы. В отраженном свете минерал характеризуется розоватым оттенком и сильной анизотропией.

**Хромит** в ультрабазитах массива образует редкую вкрапленность зерен октаэдрического габитуса.

**Магнетит** наиболее распространенный минерал в ультрабазитах массива и присутствует обычно в виде мелких зерен неправильной формы, реже отмечаются выделения кубического габитуса. Чаще всего индивиды его наблюдаются в виде включений в зернах оливинов и пироксенов. Вторую генерацию образуют магнетиты, рассеянные в серпентинизированных перидотитах и серпентинитах в виде пылевидной массы. Эта разновидность является вторичной и образовалась, видимо, при разрушении основных породообразующих минералов ультраосновных пород. В магнетитах массива по данным микронзондового анализа установлены примеси Ni до 0,5 %, Cr до 0,7 % и Ti до 0,2 %.

**ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

Петрохимическая характеристика ультраосновных пород массива дана на основании пересчетов 52 химических анализов и приведена в табл. 2.

Среднее значение генетического коэффициента F/M, как следует из таблицы 2, составляет 5,4 с вариациями от 4,3 до 7,7. Вариации средних значений коэффициента F/M для петрографических разностей ультраосновных пород весьма незначительны и составляют для перидотитов – 5,4, для пироксенитов – 4,6 и серпентинитов – 5,1.

Среднее значение фемической составляющей b для всех ультраосновных пород составляет 54,9 %. Обращают на себя внимание довольно близкие средние значения этой характеристики для петрографических разностей ультраосновных пород, так среднее значение b для перидотитов составляет 54,9 %, для пироксенитов – 51,4 % и для серпентинитов 56,3 %.

Числовая характеристика 2с, отражающая относительное количество хромшпинелидов, варьирует в пределах 2,5-12,6 % при среднем значении 5,1 %.

Породы массива в верхней части разреза в различной степени серпентинизированы, коэффициент серпентинизации h меняется в широком диапазоне значений от 3,4 % до 47,1 % при среднем значении 19,1 %.

По соотношению виртуальных минеральных составляющих в составе ультраосновных пород массива незначительно преобладает оливин (коэффициент z варьирует от 18,8 до 71,1 % при среднем значении 47,2 %). Приблизительно в равных количествах с оливином в породах присутствуют ромбические пироксены (виртуальная составляющая у изменяется в пределах 11,6-70,7 при среднем значении 37,7 %). В резко подчиненном количестве в ультрабазитах присутствуют моноклинные пироксены (коэффициент x изменяется от 0,3 до 31,3 % при среднем значении 15,1 %). Такие изменчивые соотношения основных породообразующих минералов также свидетельствуют о дифференцированности ультраосновных пород массива и характерны для габбро-перидотитовой формации.

Породы массива высоко магнезиальны, коэффициент магнезиальности K<sub>м</sub> не опускается ниже значений 80 % при среднем значении 86,7 %. Среднее значение коэффициента железистости составляет 13,3 %, щелочности – 1,1 %. Обращает на себя внимание близость значений K<sub>м</sub>, K<sub>ф</sub> и K<sub>ц</sub>

ультраосновных пород Девладовского массива с этими значениями для пород габбро-перидотитовой формации Варваровского массива Верховцевской структуры, хотя в значении других петрохимических параметров имеются существенные различия – видимо ультраосновные породы этих массивов формировались в различных тектоно-магматических условиях, разорваны во времени и пространстве и перенесли различное влияние регионального метаморфизма, что наложило соответствующий отпечаток на их петрохимические особенности.

Таким образом, полученные данные петрохимических параметров ультраосновных пород Девладовского массива позволяют отнести их к производным основной магмы или к ультрафербазитам по классификации Н.Д. Соболева [14].

Дуниты и перидотиты характеризуются высокой магнезиальностью, низким содержанием кремнезема, двуокиси титана и щелочей. По химическому составу пироксениты довольно близки к перидотитам, но отличаются более высокими содержаниями кремнезема, глинозема и щелочей, что обусловлено широким развитием в их составе плагиоклазов.

В вертикальном разрезе пород массива также выявлена зональность, проявившаяся в том, что более магнезиальные разности пород преимущественно развиты в нижней части разреза, а менее магнезиальные – в верхней.

Распределение основных петрогенных компонентов в разрезе Девладовского массива в целом довольно равномерное, хотя в вертикальном разрезе отмечается повышение магнезиальности пород с глубиной, а также изменение железистости перидотитов по простиранию массива. Так, если в восточной части массива перидотиты имеют более железистый состав F<sub>общ</sub> 19,3 %, то в западной части железистость несколько понижается и составляет F<sub>общ</sub> 15,3 %.

**РУДНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ УЛЬТРАБАЗИТОВ**

По содержанию “малых” элементов ультраосновные породы Девладовского массива характеризуются повышенными содержаниями Sc, V, Ti, Cr, Ni и Cu.

Содержания и закономерности распределения этих элементов определяются минеральным составом пород и содержанием элементов в породообразующих и рудных минералах.

Таблица 2. Петрохимические параметры ультраосновных пород массива

№ п/п	Коэффициент	от	до	Среднее
1	F/M	4,3	7,7	5,4
2	b	46,7	59,8	54,9
3	2с	2,5	12,6	5,1
4	S	36,2	43,6	39,9
5	h	3,4	47,1	19,1
6	x	0,3	31,3	15,1
7	y	11,6	70,7	37,7
8	z	18,8	71,1	47,2
9	K <sub>м</sub>	83,4	90,8	86,7
10	K <sub>ф</sub>	9,2	16,6	13,3
11	K <sub>ц</sub>	0,0	2,89	1,10
12	CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01	3,7	0,9

Скандий концентрируется в пироксенах и амфиболах, основными минералами-носителями Ti и V являются оливины, пироксены, амфиболы, ильменит, магнетит, хромшпинелиды.

По сравнению с кларком для ультраосновных пород земной коры [4] ультрабазиты Девладовского массива содержат больше Ti, Cr, Ni и Cu, меньше Co и близки по фоновому содержанию V. Довольно близкие содержания элементов группы железа имеют ультраосновные породы мамонского комплекса Воронежского массива [19].

При сопоставлении пород изученного массива с ультраосновными породами других регионов использованы петрохимические и геохимические особенности, слагающих их пород, отражающие, прежде всего, минералого-петрографический и химический составы пород, характер и степень дифференциации исходной магмы, а также постмагматические изменения.

Многочисленными исследованиями, в частности работами Н.М. Чернышова [19, 20] по ультрабазитам Воронежского кристаллического массива, установлено, что никеленосные ультрабазиты, характеризуются заметной дифференциацией и высокой магнезиальностью. В табл. 3 приведены средние химические составы ультрабазитов Девладовского массива, рудоносных ультрабазитов Мамонского и Подколдовского массивов, а также некоторых безрудных ультрабазитов массивов Воронежского щита.

Как следует из анализа данных таблица 3 по химическому составу ультрабазиты Девладовского массива сходны с рудоносными ультрабазитами Мамонского и Подколдовского массивов Воронежского кристаллического массива и довольно сильно отличаются от безрудных ультрабазитов

по содержанию  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$ . Однако необходимо отметить, что по интенсивности сульфидной минерализации ультрабазиты этих массивов резко различаются; в ультрабазитах Девладовского массива пока еще не установлены мощные зоны сульфидной минерализации, а наблюдается лишь редкая рассеянная вкрапленность сульфидов.

Основными рудными элементами в ультрабазитах Девладовского массива, представляющими поисковый интерес, являются Ni, Co, Cr и Cu.

**Никель.** На магматической стадии становления, в случае отсутствия в магме необходимого количества серы, никель, участвуя в высокотемпературных процессах минералообразования, рассеивается в силикатной форме главным образом в оливинах, пироксенах, магнетите как наиболее высокотемпературных минералах. В случае наличия достаточного количества серы никель, связываясь с последней, долго удерживается в расплаве и дает впоследствии сульфидные рудопоявления и месторождения.

Многочисленными исследованиями доказаны две основные формы нахождения никеля в ультраосновных породах: в виде мельчайших сульфидных вкрапленников в силикатах [2, 3, 6, 8] и в виде изоморфной примеси в оливинах и пироксенах [6, 19, 21].

Никель широко развит в ультраосновных породах описываемого массива, но находится в рассеянном состоянии, накапливаясь в магнезиально-железистых силикатах и частично сульфидах, изредка образуя собственные минералы – пентландит, никелин, миллерит, которые наблюдаются в виде тонко рассеянной вкрапленности.

Средние содержания Ni в ультраосновных поро-

Таблица 3. Средний химический состав ультрабазитов Девладовского массива и некоторых массивов Воронежского щита

Окислы	1	2	3	4	5
$\text{SiO}_2$	40,88	42,96	39,05	39,86	44,35
$\text{TiO}_2$	0,27	0,29	0,25	0,24	0,37
$\text{Al}_2\text{O}_3$	4,40	4,57	2,92	1,87	5,85
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	3,26	5,03	4,43	7,07	5,15
$\text{FeO}$	7,16	5,74	6,04	6,41	6,53
$\text{MnO}$	0,17	0,14	0,16	0,12	0,11
$\text{MgO}$	31,61	27,6	29,81	29,56	22,64
$\text{CaO}$	3,29	4,02	3,97	3,98	7,72
$\text{Na}_2\text{O}$	0,55	0,60	0,37	0,18	0,65
$\text{K}_2\text{O}$	0,21	0,24	0,39	0,12	0,36
$\text{SO}_3$	0,18	0,10	0,08	0,77	0,41
$\text{CO}_2$	0,95	0,80			
$\text{H}_2\text{O}$	6,43	7,38	11,28		
п п п				9,53	6,20
$\text{NiO}$	0,22	0,18	0,25		
$\text{CoO}$	0,013	0,007	0,03		
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0,28	0,36	0,37		
Сумма	99,93	100,02	100,20	99,84	100,34

Примечание: 1 – перидотиты Девладовского массива. 2 – пироксениты Девладовского массива. 3 – серпентиниты Девладовского массива. 4 – ультрабазиты Мамонского и Подколдовского массивов ВКМ [20]. 5 – безрудные ультрабазиты ВКМ [20].

дах массива по данным химических анализов примерно одинаковы для всех петрографических разновидностей пород и составляют 0,18–0,23 %, т.е. близки к кларку. Аномальные концентрации Ni и Co чаще всего приурочены к наиболее обогащенным оливинном дифференциатам – дунитам, перидотитам и их серпентинизированным разновидностям, что свидетельствует о раннемагматическом фракционировании рудного вещества из магматического расплава при резком недостатке серы. Высокие содержания никеля до 1,1 % установлены в коре выветривания ультрабазитов.

Из анализа содержания никеля в основных породообразующих минералах следует, что главными минералами-носителями этого элемента являются оливины в неизменных разностях ультраосновных пород и серпентины в измененных наложенными процессами. Кроме этих основных минералов-носителей никель присутствует в повышенных количествах в ромбических пироксенах (0,08–0,13%), актинолитах (0,01–0,10%), магнетитах (0,02–0,14%), пирротинах (до 0,6 %).

Ультраосновные породы массива представляют также определенный интерес с точки зрения их сульфидной никеленосности. По данным фазового анализа содержания никеля варьируют в ультрабазитовых породах от 0,03 % до 0,07 %, составляя в среднем 0,04 %. В породах массива присутствуют сингенетическая (халькопирит, пентландит, пирротин, никелин, магнетит) и эпигенетическая (миллерит, пирит, халькопирит, магнетит) ассоциации рудных минералов.

Ранее выявленные поисковыми работами месторождения в пределах Девладовского участка оценены в основном с точки зрения силикатного никеля, оценка перспектив на сульфидный никель практически не проводилась.

**Кобальт.** На магматических этапах становления массивов ультраосновных пород кобальт вместе с никелем генетически связаны с ультраосновными породами. На постмагматических этапах развития некоторое количество кобальта выносится за пределы ультраосновных тел и отлагается в форме сульфидов во вмещающих породах.

Кобальт, обладая сходными геохимическими свойствами с никелем, железом и медью, обычно сопутствует им в процессах рудообразования. Когда концентрации кобальта достаточно высокие, он образует самостоятельные минералы, если же концентрации низкие, он рассеивается в породообразующих и рудных минералах.

Среднее содержание кобальта в неизменных и слабо серпентинизированных разностях перидотитов изученного массива составляет 0,023 %, пироксенах – 0,01 %, серпентинитах – 0,018 %, что довольно близко к кларку. Повышенное содержание кобальта иногда отмечается в актинолит-тремолитовых и хлоритовых сланцах, а особенно в коре выветривания ультрабазитов.

Данные о содержании кобальта в породообразующих минералах указывают на сравнительно неравномерное его распределение в магнезиально-железистых силикатах с незначительной концентрацией в магнетите.

Содержание кобальта в оливинах составляет 0,001–0,004 %, в моноклинных пироксенах 0,001 %–0,006 %; в ромбических пироксенах 0,001–0,007 %; в антигори-

те 0,002 %, в магнетите до 0,015 %.

Собственными минералами кобальта являются кобальтин и кобальт-пирит.

**Хром.** Этот элемент присутствует в породах в количествах, нередко превышающих кларк для ультраосновных пород в несколько раз, но перспективных промышленных скоплений не образует. Содержание хрома на отдельных интервалах в перидотитах и серпентинитах, по данным химических анализов, составляет 0,2–0,69 %, а актинолит-тремолитовых сланцах 0,4–0,48 %.

Из собственных минералов хрома установлен только хромит, образующий редкую вкрапленность хорошо ограненных мелких кристалликов.

Повышенные содержания хрома фиксируются в пироксенах (0,48–0,98 %), магнетитах (до 0,60 %), оливинах (0,21–0,38 %), актинолитах (0,19–0,26 %), хлоритах (0,02–0,28 %).

**Медь** развита довольно широко, но содержание и распределение ее в породах крайне неравномерное, что выражается как в различных содержаниях меди для отдельных петрографических разновидностей пород, так и в значительных вариациях содержаний в пределах главных групп пород.

Среднее содержание меди в неизменных перидотитах составляет 0,006 %, при серпентинизации содержание меди заметно снижается.

Медь представлена собственным минералом – халькопиритом, содержание которого в породах обычно весьма незначительно, к тому же он очень неравномерно распределен. Минералами-носителями меди являются также пирит и пирротин.

В количествах 0,001–0,002 % медь установлена в оливинах, с содержанием до 0,005 % – в магнетитах.

Для петрографических разновидностей пород, несущих повышенные содержания меди по отношению к кларку характерно развитие вкрапленной сульфидной минерализации и секущих сульфидных и кварц-сульфидных прожилков.

Таким образом, основными формами нахождения Ni, Co и Cu в ультраосновных породах Девладовского массива являются: силикатная, сульфидная и окисная. Главные минералы-носители этих элементов – оливины, пироксены, серпентины, амфиболы, пентландит, миллерит, никелин, кобальтин, пирротин, пирит, халькопирит и магнетит.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные детальные исследования ультрабазитов Девладовского массива показали, что по ряду минералого-петрографических, петро- и геохимических характеристик (вещественный состав, повышенная магнезиальность, пониженные содержания окиси кальция и щелочей, относительно высокие содержания Cr, Ni, Co и Cu) ультраосновные породы изученного массива сопоставимы с ультрабазитами юго-востока Воронежского кристаллического массива, в которых установлены промышленные запасы медно-никелевых руд.

2. Наличие халькопирит-пирротин-пентландит-пирит-миллерит-никелиновой минерализации является прямым поисковым признаком на сульфидное медно-никелевое оруденение.

3. Полученные данные по содержанию Ni, Co, Cr, Cu и характеру их распределения в породах и минералах Девладовского массива, а также наличие характерных

парагенезисов рудных минералов свидетельствует, что кроме известных месторождений силикатного никеля и кобальта можно ожидать обнаружения рудопроявлений и месторождений сульфидного никеля, кобальта и меди.

4. Результаты проведенных исследований могут быть использованы при поисковых работах в районах развития мафит-ультрамафитовых комплексов и разработке геохимических и петрохимических критериев прогнозирования полезных ископаемых, связанных с ультраосновными породами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бурцева З.А., Ильвицкий М.М., Колбанцев Р.В. и др. Геохимические особенности ультраосновных и основных пород интрузивных комплексов Украинского щита (в связи с оценкой их никеленосности). – Л.: Недра, 1976. – 152 с.
2. Вахрушев В.А. Петрографические признаки распада магматических расплавов на силикатную и сульфидную части // Геология рудн. месторождений. – 1969. – № 1. – С. 11-20.
3. Вахрушев В.А. Рудные минералы в изверженных породах и их значение при петрологических исследованиях. – Новосибирск: Наука, 1973. – 124 с.
4. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555-571.
5. Великанова О.Ю. Петрология мафит-ультрамафитов Девладовской региональной зоны разломов: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. – Киев, 2008. – 21 с.
6. Глазунова А.Д., Волкова Д.Н., Арсенюк М.И., Глазунов О.М. Распределение и форма концентрации никеля в гипербазитах // Ежегодник – Иркутск: СибГЕОХИ, 1972. – С. 42-47.
7. Голуб Е.Н., Славутский М.Б., Бурцева З.А., Колбанцев Р.В. Ультрабазиты и базиты Девладовского комплекса центральной части Украинского щита // Базит-гипербазитовый магматизм и минерагения юга Восточно-Европейской платформы. – М.: Недра, 1973. – С. 69-97.
8. Елисеев Э.Н. Геохимия главнейших сульфидных Cu-Ni провинций СССР // Проблемы геохимии. – Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1959. – Вып. 1. – С. 6-183.
9. Ильвицкий М.М. Генетические типы ультраосновных массивов Среднего Приднепровья и их полезные ископаемые: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 1968. – 32 с.
10. Ильвицкий М.М. Дунит-гарцбургитовая формация Среднего Приднепровья // Геология и рудоносность юга Украины. – Днепропетровск, 1970. – Вып. 3. – С. 52-61.
11. Ильвицкий М.М. Генетическая классификация ультрамафитов Средне-Приднепровской части Украинского кристаллического щита // Происхождение и эволюция магматических формаций в истории Земли. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1986. – Т. 2. – С. 25-27.
12. Славутский М.Б., Шалыт Е.С. Минералогия коры выветривания Девладовского месторождения силикатных никелевых руд // Вопросы минералогии осадочных образований. – Львов, 1961. – Кн. 6. – С. 216-244.
13. Семеновко Н.П., Бойко В.Л., Бордунов И.Н. и др. Ультрабазитовые формации центральной части Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1979. – 412 с.
14. Соболев Н.Д. К петрохимии ультраосновных пород // Геохимия. – 1969. – № 8. – С. 679 – 695.
15. Танатар-Бараиш З.И., Ильвицкий М.М. Минералогия ультраосновных пород Приднепровья // Минерал. сб. Львов. геол. общ. – Львов, 1968. – Вып. 22, № 2. – С. 139-149.
16. Танатар-Бараиш З.И. Ультраосновные породы Девладовского дайкового комплекса и парагенетические соотношения минералов // Геология и рудоносность юга Украины. – Днепропетровск. – 1970. – Вып. 3. – С. 61-72.
17. Фомин А.Б., Голуб Е.Н., Ярошук Э.А. Минералогическая характеристика ультраосновных и основных пород Девладовского комплекса // Геол. журн. – 1977. – 37, № 6. – С. 86-94.
18. Фомин А.Б. Геохимия гипербазитов Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 1984. – 232 с.
19. Чернышов Н.М., Бочаров В.Л. Петрохимические критерии никеленосности базит-гипербазитовых интрузий Воронежского кристаллического массива // Сов. геология. – 1970. – № 12. – С. 55-68.
20. Чернышов Н.М. Сульфидные медно-никелевые месторождения юго-востока Воронежского кристаллического массива. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1971. – 234 с.
21. Штейнберг Д.С., Малахов И.А. О распределении никеля в ультраосновных породах Урала // Геохимия. – 1963. – № 11. – С. 982-995.
22. Шумлянський Л.В., Великанова О.Ю. Нові дані по петрології порід Девладівського дайкового поля та Терновської синклінали, Середньопридніпровський блок Українського щита // Наук. пр. Ін-ту фонд. досліджень. – К., 2007. – № 12. – С. 83-97.
23. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 366 с.

#### РЕЗЮМЕ

Приведені результати вивчення петролого-геохімічних особливостей ультрабазитів Девладівського масиву. Встановлені перспективи їх рудоносності. Вперше в статті стисло подана характеристика сульфідної мінералізації, що має важливе значення для оцінки перспектив нікеленосності масиву.

#### SUMMARY

The paper provides results of investigation of petrological-geochemical characteristics of ultrabasites of the Devladovo massif. Perspectives of their ore specifications have been established. At the first time the paper characterizes sulfide mineralization having important significance to estimate the perspectives of Ni ore prospecting in the massif.

Інститут геохімії, мінералогії і рудообрання  
імені Н.П. Семеновко НАН України, г. Київ

Поступила в редакцію 28.12.2009 г.