

в поля ультраосновных и умеренно-щелочных пикробазальтов. Метасоматизированные породы диоритовой «рубашки» попадают в поле составов базальтов нормального ряда. Наиболее магнезиальные разности содержат до 25 мас. % MgO. Содержание TiO<sub>2</sub> низко и колеблется от 0,35 до 0,85 мас.%, в среднем около 0,6 мас.%; характер щелочности – натровый (K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 0,16-0,44, в среднем 0,25).

Рудная минерализация проявлена в виде бедных (до 1-2 % сульфидов) вкрапленных руд, представленных пирротинном, халькопиритом и пентландитом. Проявление локализовано в русле лога Ю-3 направления, в юго-западной же части массива. Из лога, ниже рудной зоны, была отобрана шлиховая проба на предмет установления наличия возможной платинометальной минерализации, однако минералов ЭПГ обнаружено не было. В дальнейшем исследование рудной минерализации будет продолжено.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 07-05-00825-а и 09-05-00716-а.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Badarch G., Cunningham W. D., Windley B.F. A new terrane subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia // Journal of Asian Earth Sciences. 2002. V. 21. P. 87-110.
2. Tectonic map of Mongolia, scale 1:1 000 000. O. Tomurtogoo., Geological Information Center of the Mineral Resources Authority of Mongolia. 2002.

### **МЕТАЛЛОГЕНИЯ УЛЬТРАБАЗИТ-БАЗИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БАЛКАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА (РЕСПУБЛИКА МАКЕДОНИЯ)**

**Волков А.В.\*, Серафимовский Т.\*\*\*, Томсон И.Н.\***

*\*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
Москва, Россия  
e-mail: tma2105@mail.ru*

*\*\*Горно-геологический факультет, «Госе-Делчев» Университет, Штип, Македония  
e-mail: macgeosoc@yahoo.com*

### **METALLOGENY OF ULTRAMAFIT-MAFIT COMPLEXES OF A SOUTHERN PART OF BALKAN PENINSULA (REPUBLIC MACEDONIA)**

**Volkov A.V.\*, Serafimovskiy T.\*\*\*, Thomson I.N.\***

*\*Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS, Moscow, Russia  
e-mail: tma2105@mail.ru*

*\*\*Faculty of Mining and Geology, «Gose-Delchev» University, Stip, Macedonia  
e-mail: macgeosoc@yahoo.com*

In a southern part of Balkan Peninsula Ni, Cu, Ti, Fe, Cr metallogeny are connected with ultramafit-mafit complexes generated in two geodynamic conditions: Precambrian cratonic terraines (blocks) and Jurassic ophiolite belts of the Thetis. With ultramafit-mafit complexes Cr-magmatic deposits of the Alpine type, Cu-Ni- displays, VMS-deposits of the Cyprian type, Ti-Fe-deposits and original complex exogenous deposits in the metamorphosed lateritic are connected. The majority of the revealed ore fields and deposits in details are not investigated, in particular on Pt and Au. Taking into account well advanced infrastructure and favorable for development of a mining industry a social and economic situation in Macedonia, these deposits represent potential interest for investors.

#### ВВЕДЕНИЕ

Металлогения южной части Балканского полуострова определяется с одной стороны геодинамической эволюцией Тэтис-Евразийского металлогенического пояса (ТЕМП), который был вы-

делен Янковичем [1], а с другой стороны с древними кристаллическими массивами (кратонными терейнами). ТЕМП был сформирован в течение мезозойского и в постмезозойское время на месте древнего палеоокеана Тэтис, располагавшегося между южной континентальной окраиной Евразии с одной стороны и с Афро-Арабской и Индийской плитами с другой. Он протягивается от Западного Средиземноморья вдоль Альп и Юго-Восточной Европы через Малый Кавказ, Гиндукуш, Тибетское плато до Бирмы и СЗ Индонезии, соединяясь там с Западом Тихоокеанского металлогенического пояса. Южная часть Балканского полуострова, где находится Республика Македония – один из секторов ТЕМП, имеющий специфические металлогенические особенности.

#### МЕТАЛЛОГЕНИЯ УЛЬТРАБАЗИТ-БАЗИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ТЕМП

Юрский офиолитовый пояс протягивается на сотни км в пределах Македонии, а в глобальном масштабе на несколько тысяч км, через Грецию, Турцию, Кавказ, Иран до Гималаев. На территории Македонии породы офиолитового комплекса распространены в Вардарской зоне и прилегающей к ней части Сербско-Македонского массива (СММ) [3]. Вардарская зона протягивается в СЗ-ЮВ направлении между СММ и Пелагонским (ПМ) массивами (рис. 1). Офиолиты Вардарской зоны состоят из юрского габбро-перидотитового комплекса и вулканогенно-осадочной диабаз-сланцевой серии, которые перекрыты меловым флишем. СММ расположен между Карпато-Балканидами на востоке и Вардарской зоной на западе. Массив состоит преимущественно из докембрийских и раннепалеозойских пород: кристаллических сланцев, гнейсов, амфиболитов) – нижнего комплекса и вулканогенно-осадочной серии, метаморфизованной до зеленосланцевой фации – верхнего комплекса. Перидотитовые дайки встречаются также в породах СММ вдоль их контакта с Вардарской зоной.

Процесс закрытия океана и субдукция океанического плеча на Сербско-Македонский массив, сопровождал коллизию Африканской и Евразийской плит. С этим процессом связано формирование сводов, купольных структур и серии грабенов. В этот период произошло событие важное с металлогенической точки зрения – образование в западной части массива серии глубинных разломов активной континентальной окраины.

Перечисленные выше региональные структуры, расположенные параллельно Вардарской зоне, контролируют региональные металлогенические зоны, рудные районы и поля.

Рассмотрим наиболее промышленно значимые месторождения, связанные с офиолитовым комплексом. Среди них выделяются:

**Магматические месторождения**, связанные с ультрабазит-базитовым комплексом пород:

– Многочисленные подформные месторождения хромитов Альпийского типа [4]. Некоторые имеют промышленное значение (табл. 1), но большинство из них мелкие (Валандово, Шалкидики, Тернава и др.). Ультрабазитовые тела Радуша, Ложане и Раброво расположены в Северных Геленидах, в Вардарской зоне. Эти три тела представлены гарцбургитами, возраст которых 150-176 Ма [3].

– Ni-Cu-Co-сульфиды (пирротин-халькопирит-пентландит-магнетитовая ассоциация, сопровождающаяся платиноидами, золотом и серебром) спорадически встречаются в серпентинитах и изредка в габбро. Все они небольшого размера по масштабу и часто имеют наложенную гидротермальную минерализацию (месторождение Петкович и др.).

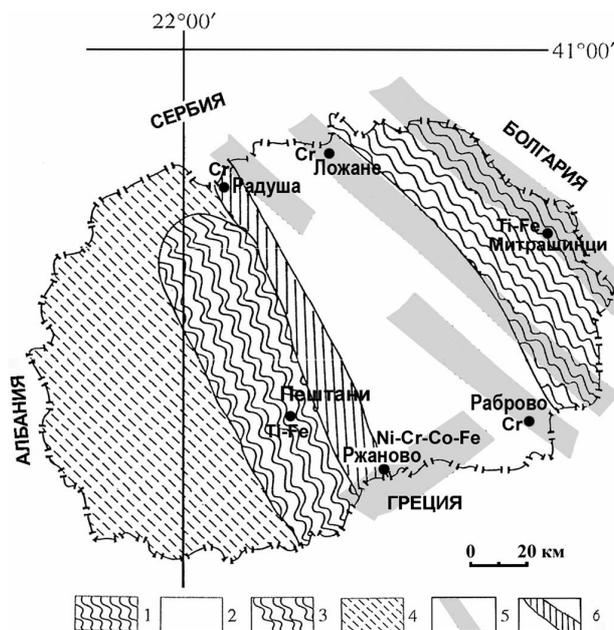


Рис. 1. Схема тектонического районирования Македонии.

1 – Сербско-Македонский массив (СММ); 2 – Вардарская зона (рифтогенный грабен); 3 – Пелагонский массив (ПМ); 4 – Западно-Македонская область; 5 – кайнозойские металлогенические зоны; 6 – Вардарская металлогеническая зона.

Таблица 1

Запасы месторождений хромовых руд Республики Македония

Месторождение	Запасы (т)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Эксплуатировались до (г.)
Радушa	500 000	48	1991
Ложане	320 000	42-45	1952
Раброво	126 000	42	1950

– Титаномагнетитовые месторождения прожилково-вкрапленного типа в габбро, сопровождающиеся примесью халькопирита и пирита.

**Вулканоогенно-осадочные месторождения**, включают два главных типа, которые изредка встречаются в офиолитовых комплексах:

– Многочисленные колчеданно-полиметаллические мелкие месторождения Кипрского типа (1-2 млн. т) рудный район Гельвегия-Демиркапия.

– Стратиформные железо-марганцевые и кремнисто-марганцевые месторождения, обычно ассоциирующие с пиллау лавами и туфовыми слоями между потоками или перекрывающими морские осадки. Эти многочисленные месторождения имеют небольшие размеры.

**Экзогенные месторождения** в основном сформировались в результате активного преобразования первичных офиолитов значительно позже их кристаллизации и становления. Рудные минералы офиолитов были ремобилизованы и переотложены гидротермальными растворами или метеорными водами. Гидротермы обычно связаны с поздним магматизмом. Рудные металлы концентрировались также в результате процесса латеритизации. Рудосодержащие латериты образовывались на месте или могли быть перемещены. Наиболее значительные месторождения включают никелевые, никель-железо-хромовые латериты (месторождение Ржаново), магнезита, талька, асбеста и др.

**Латеритовое Ni-Cr-Fe-месторождение Ржаново** локализовано вдоль контакта между юрскими серпентинитами, сланцами с одной стороны и меловыми известняками – с другой (рис. 2). Рудный пласт разведан на 2500 м по простиранию и до глубины 500 м, где пласт не выклинивается. Средняя мощность пласта около 30 м и на поверхности он выглядит как непрерывное тело, хотя тектонические события на рудном поле были очень интенсивные (рис. 2). Пространственно пласт имеет субвертикальное залегание. Выделяются следующие типы руд [2]: массивные магнетитовые руды (I/1), магнетит-сланцевые руды (II/1), оалитовые гематитовые руды (I/2), гематит-сланцеватые руды (I/3), массивные гематитовые руды (I/4), рибекитовые сланцы (II/8), стильпомелановые сланцы (III/1), доломитовые сланцы (VI/1), тальковые сланцы (VI/2), серпентинитовые руды (V/6). Состав этих руд показан в табл. 2.

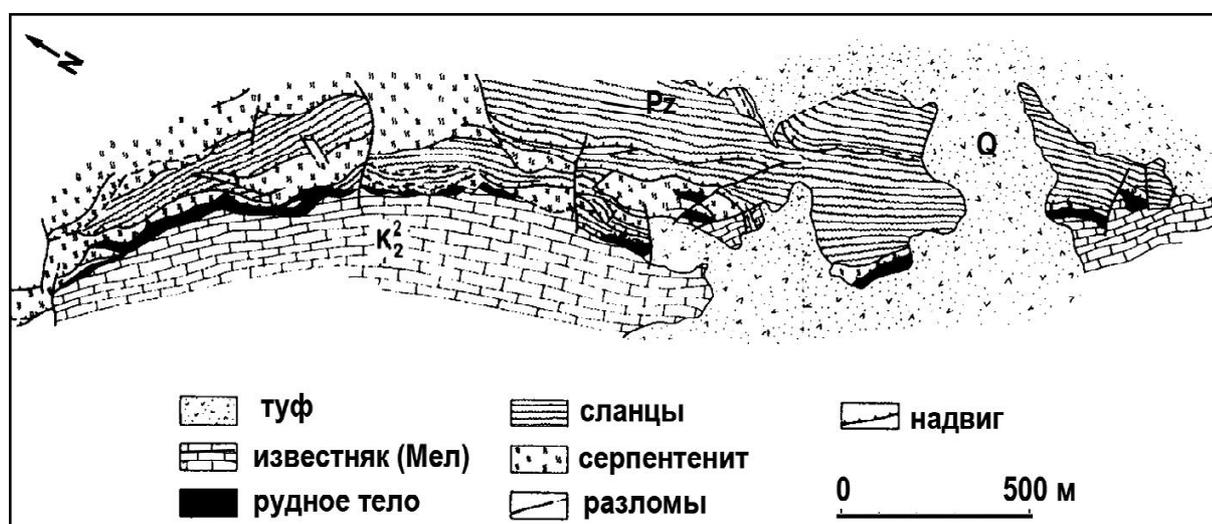


Рис. 2. Геологическая карта рудной зоны Ржаново – Студена Вода.

Таблица 2

**Химический состав различных типов руд месторождения Ржаново**

Компоненты	Пробы									
	I/1	II/1	I/2	I/3	I/4	II/8	III/1	VI/1	VI/6	V/6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.78	5.41	3.18	2.68	3.39	6.60	5.92	1.47	1.05	1.39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.91	59.86	59.30	40.51	48.57	16.72	43.89	36.55	11.17	12.35
MnO	0.24	0.16	0.20	0.48	0.58	0.73	0.18	0.43	0.26	0.16
MgO	18.40	8.27	9.15	17.66	12.82	7.62	9.35	14.73	28.64	31.67
Na <sub>2</sub> O	0.50	0.55	0.37	0.50	0.53	5.07	0.66	1.23	0.59	0.83
K <sub>2</sub> O	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.22	0.79	0.19	0.18	0.20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.17	0.29	0.17	0.17	0.24	0.36	0.49	0.43	0.40	0.40
SiO <sub>2</sub>	40.02	16.05	19.80	30.30	25.23	46.33	27.06	32.23	48.77	41.31
SO <sub>3</sub>	0.47	1.26	0.48	0.47	0.61	2.82	3.48	0.72	0.26	0.26
CaO	0.98	1.03	2.00	0.99	1.03	1.98	1.27	6.73	1.63	1.37
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.13	0.05	0.03	0.05	2.95	0.28	0.20	0.01	0.01
H <sub>2</sub> O	0.24	0.53	0.70	0.40	0.61	0.28	1.27	0.18	0.30	0.73
NiO	0.90	1.28	0.91	1.27	1.14	2.13	0.79	0.80	0.75	0.37
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.68	3.86	1.99	1.93	3.25	7.00	2.93	1.49	0.36	0.39
Сумма	101.06	100.96	100.34	100.88	101.10	98.30	101.68	99.80	100.04	101.12

Минеральная ассоциация руд месторождения Ржаново следующая: магнетит, гематит, клинохлор, тальк, сепиолит, магнезиорибекит, лизардит, доломит, флогопит, стильпомелан, кварц, альбит, пирит, магхемит, пирротин, дигенит и милерит. Постоянно представлены только пять минералов: магнетит (11.16%), гематит (40.41%), клинохлор (10.65%), тальк (22.9%) и магнезиорибекит (13.6%). Средние содержания главных металлов: Ni – 1.03%, Fe – 32%, Co – 0.06%, Cr – 2.25%. Месторождение обрабатывается карьером с 1980 г. и по настоящее время.

**Титано-магнетитовые месторождения в ультрабазит-базитовых комплексах СММ и ПМ.** На территории Республики Македония в пределах СММ и ПМ выявлено более 40 проявлений титаномагнетитовой минерализации, но поисково-оценочные и разведочные работы проведены только на месторождении Митрашинци, расположенном рядом с городом Берово. ГРП проводились после 1972 г. В геологическом строении рудного поля принимают участие докембрийский интенсивно-метаморфизованные породы СММ (гнейсы, мусковитовые сланцы, амфиболиты, амфиболовые сланцы, метадиабазы и метагаббро), а также палеозойские граниты батолита Делчево. В пределах месторождения пройдена разведочная штольня и подсчитаны запасы 1 млн. т руды со средним содержанием 9.2% TiO<sub>2</sub> и 30% Fe. Однако большая часть рудной зоны, протягивающаяся на расстояние более 9 км, при ширине около 500 м, детально не разведана. Во многом аналогичная минерализация выявлена на рудном поле Пештани (ПМ), длина рудной зоны по простиранию 2.5 км, ширина 500 м.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В южной части Балканского полуострова металлогения Ni, Cu, Ti, Fe, Cr связана с ультрабазит-базитовыми комплексами сформировавшихся в двух геодинамических обстановках: докембрийских кратонных террейнов (блоков) и юрских офиолитов пояса Тетис. С ультрабазит-базитовыми комплексами связаны магматические месторождения хрома Альпийского типа, медно-никелевые проявления, колчеданные вулканогенно-осадочные месторождения Кипрского типа, титано-магнетитовые месторождения и своеобразные комплексные экзогенные месторождения в метаморфизованных латеритах. Большинство выявленных рудных полей и месторождений детально не изучено, в частности на платиноиды и золото. Учитывая хорошо развитую инфраструктуру и благоприятную для развития горной промышленности социально-экономическую ситуацию в Македонии, эти месторождения представляют потенциальный интерес для инвесторов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 08-05-00135), программы ОНЗ РАН № 2 и программы Президиума РАН № 14.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Томсон И.Н., Серафимовски Т., Кочнева Н.Т. Кайнозойская металлогения Восточной Македонии // Геология рудных месторождений. 1998. Т. 40. № 3. С. 195-204.
2. Bоев В., Serafimovski T. Types of Lateritic Weathering Crust Along the Vardar River, republic of Macedonia. Symposium «Teranes of Serbia» // The Formation of the Geological Framework of Serbia and the Adjacent Regions. Belgrade, 1996. P. 427-432.
3. Karamata S., Lovric A. The age of metamorphic rocks of Brezovica and its importance for the explanation of ophiolite emplacement // Bull. Acad. Serbe Scic. 1978. № 17. P. 1-9.
4. Patic J. Consideration on the boundary between Iherzolite and harzburgiie subprovinces in the Dinarides and North-em Nellenides // Ofioliti. 1983. V. 8. № 1. P. 153-164.

**ТИТАНОМАГНЕТИТ-ИЛЬМЕНИТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ  
ГАББРОИДОВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ**

**Волкова М.Г.**

*Институт геохимии СО РАН, Иркутск, Россия  
e-mail: mekhonos@igc.irk.ru*

**TITANOMAGNETITE-ILMENITE ORE MINERALIZATION  
OF GABBROIDES OF THE SOUTHERN BAIKAL REGION**

**Volkova M.G.**

*Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia  
e-mail: mekhonos@igc.irk.ru*

The basic-ultrabasic massifs of the South Baikal region include titanomagnetite-ilmenite ore mineralization. Ore minerals are ilmenite, titanomagnetite, chrommagnetite and sulfides of magmatic association. The geochemical feature of ilmenites consists in high concentrations of FeO, Nb, Zr, Hf and U. The temperature of formation of titanomagnetite-ilmenite ore mineralization was determined by modeling differentiation and ore origin by «COMAGMAT 3.57» (1070°C).

В Южном Прибайкалье широко распространены массивы основных-ультраосновных пород (Малоосиновский, Комарский, Асямовский), содержащие титаномagnetит-ильменитовую минерализацию.

Габброиды этих массивов характеризуются повышенными концентрациями титана, ванадия, железа и фосфора, PЗЭ, Sr, Ba, широким разбросом содержаний Zr, Hf, Nb, Ta и низкими концентрациями Cr и Ni [4].

Рудные минералы представлены ильменитом, титаномagnetитом, хроммagnetитом и сульфидами магматической ассоциации (халькопирит, пентландит и пирротин), а также вторичным пиритом. Окисно-рудные минералы составляют от 3 до 15 % породы, сульфиды – до 0,5 %. Magnetит и ильменит цементируют более ранние силикатные минералы. Количественное соотношение ильменита и magnetита в габброидах колеблется от 1:1 (рис. 1А) до 9:1 (рис. 1Б). Зерна magnetита идиоморфны по отношению к ильменитам. Границы между ними волнообразные, однако, встречаются зазубренные, свидетельствующие об одновременной кристаллизации минералов. Внутреннее строение зерен magnetита неоднородное: в них наблюдаются структуры распада ильменита и пластинки шпинели (рис. 1). В породах, где ильменит количественно преобладает над magnetитом, magnetит встречается в виде включений в ильмените (рис. 1Б). Хроммagnetиты отличаются более однородным внутренним строением (отсутствием структур распада).

Содержание TiO<sub>2</sub> в magnetитах колеблется от 0,14 до 10,62 мас. %, V от 3300 до 4560 ppm, FeO от 82 до 94 мас. %. Самые низкие концентрации TiO<sub>2</sub> (0,14 мас. %) характерны для хроммagnetитов из плагиоперидотитов. По содержанию хрома magnetиты делятся на две группы: с низкими концентрациями Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (менее 0,2 мас. %) в породах более поздних стадий и высокими