



Рис.5. Карта мощности полезного ископаемого Петровско – Сельского месторождения

Анализ построенных карт распределения параметров полезной толщи Петровско-Сельского месторождения позволяет выделить ряд закономерностей в их распределении. Карта рельефа поверхности месторождения (рис. 1), а так же структурные карты кровли и подошвы полезной толщи (рис. 2, 3) обнаруживают отчетливое сходство в распределении значений высотных отметок. Наиболее высокое гипсометрическое положение, изученной поверхности имеют на западе территории, и устойчивое понижение их значений выявляется в направлении на северо-восток. Эта объясняется естественным залеганием слоев, их общим падением в восточном-северо-восточном направлении, а так же эрозионным срезом поверхности, образующем понижение рельефа в том же направлении.

Карты мощностей толщ вскрышных пород и полезного ископаемого (рис. 4, 5) не обнаруживают столь отчетливого тренда своей изменчивости, которая носит волновой характер. Следует сразу отметить, что два эти параметра (мощность вскрышных пород и полезного ископаемого) имеют ярко выраженную отрицательную связь друг с другом – нарастание значений мощности вскрыши сопровождается синхронным снижением мощности полезной толщи.

Волновой характер изменчивости мощностей толщ полезного ископаемого и вскрышных пород объясняется неравномерностью денудации в период размыва отложений в интервал времени после раннего неогена. Характер распределения значений мощностей указывает на то, что размыв осуществлялся по промоинам, ориентированным в субмеридиональном направлении. Особенно это подчеркивается характером распределения мощности вскрышных пород на меридиане скважин № 7 и 8 (рис. 4), где она имеет повышенные значения за счет того, что вскрыша здесь включает не только делювиальные четвертичные отложения, но и отчасти морские пески верхов разреза раннего неогена. Такой характер размыва отложений раннего неогена способствовал ухудшению условий отработки месторождения, так как размыв полезной толщи по бороздам приводил к уменьшению ее мощности и наращиванию мощности вскрышных пород.

#### Литература

1. Геология СССР. Том IX. Северный Кавказ. Часть 1. Геологическое описание. – М.: Недра, 1968
2. Замаараев В.В. ArcMap – руководство пользователя

### ХРОМШПИНЕЛИДЫ ИЗ УЛЬТРАМАФИТОВ И ХРОМИТОВ АГАРДАГСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

А.А. Тихонова<sup>1</sup>, А.А. Маськов<sup>2</sup>

Научные руководители профессор А.И. Чернышов, профессор В.Г. Ворошилов

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью работы является выявление особенностей состава хромшпинелидов в породах и рудах Агардагского хромитоносного массива. Массив является самым крупным фрагментом Южно-Тувинского офиолитового пояса, который представляет собой структуру северо-восточного простирания, протяженностью более 100 км [1]. Агардагский ультрамафитовый массив представляет собой линзообразное тело длиной около 20 км при ширине до 3,5 км, вытянутое в северо-восточном направлении согласно со складчатой структурой региона. С вмещающими породами ультрамафиты имеют тектонические контакты, которые осложнены тектоническими клиньями кристаллических сланцев и отторженцами ультрамафитов в породах обрамления. В зонах контакта ультрамафиты и вмещающие их сланцы интенсивно рассланцованы.

#### Результаты исследования

Детальным петрографическим изучением установлены главные типы пород, слагающие Агардагский массив, представленные, главным образом, метаморфическими ультрамафитами дунит-гарцбургитового полосчатого комплекса Южно-Тувинского офиолитового пояса. В массиве широким распространением пользуются гарцбургиты при подчиненной роли дунитов, и их серпентинизированные разновидности. Дуниты и гарцбургиты имеют преимущественно средне-, крупнозернистые структуры, нередко грубозернистые до пегматоидных. Они часто обнаруживают признаки пластических деформаций, что выражается в появлении неоднородного волнистого погасания минералов, полос пластического излома и порфирикластезе, обусловленном синтетектонической рекристаллизацией. Наличие признаков пластического деформирования в дунитах и гарцбургитах, является неотъемлемым атрибутом ультрамафитов офиолитовых комплексов [2,5].

Среди дунитов и, реже, гарцбургитов Агардагского массива выявлены многочисленные мелкие тела хромитов с различными типами структур: бедновкрапленной, средневкрапленной, густовкрапленной и сплошной. Они обычно приурочены к линейным участкам интенсивного рестирирования мантийного субстрата, а их образование, очевидно, обусловлено метаморфической сегрегацией хромшпинелидов в рудные линейно-полосчатые тела в процессе высокотемпературного пластического течения, контролируемого полосчатой внутренней структурой массива [4, 6]). При дальнейшей эволюции они подвергались интенсивной пластической деформации. При этом линейные зоны вкрапленного оруденения подвергались деструкции с образованием линзовидных тел хромитов, из которых происходило «выдавливание» пластичного оливина с образованием густовкрапленных и сливных структур, а сами тела при этом приобрели будинированную форму, часто обтекаемую серпентинитами.

Таблица 1

Химический состав хромшпинелида в ультрамафитах (в мас. %)

Образец	15010	15011/2	15012	15020/1	15024	15011/3	15011/4	15018	15025/2
Породы	Гарцбургиты					Дуниты			
Состав	хромит	субферри хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	хромит	субферри хромит
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,55	4,56	11,64	12,97	7,96	11,16	10,83	8,70	7,47
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	55,81	59,92	58,80	56,92	61,81	57,99	58,07	59,59	59,94
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,00	0,25	0,45	0,00	0,00	0,40	0,43	0,00	0,00
FeO	22,72	23,75	18,39	19,33	21,23	20,49	19,78	21,77	22,88
MgO	9,92	9,68	10,66	9,59	7,93	9,62	10,59	8,64	8,16
Сумма	100	98,16	99,95	98,81	98,92	99,66	99,70	98,70	98,45

Хромшпинелиды в гарцбургитах и дунитах Агардагского массива отличаются однородностью химического состава и представлены, главным образом, хромитами и редко субферрихромитами, согласно классификации Н.В. Павлова [3] (табл. 1), что очевидно связано с одинаковой степенью их метаморфического преобразования в процессе высокотемпературного пластического деформирования. Они по составу близки хромшпинелидам из дунитов и гарцбургитов Калнинского и Кимперсайского массивов [6].

Таблица 2

Химический состав хромшпинелида в хромитах (в мас. %)

Образец	15011	15023/1	12009/1	15016	15020	12012/3	15013/7	12011/2	12013/2
Стр-ра	вкрап	вкрап	вкрап	густовкр	густовкр	густовкр	сплошн	сплошн	сплошн
Состав	субферри хромит	Алюмо хромит	хромит	Алюмо хромит	хромит	Алюмо хромит	хромит	хромит	Алюмо хромит
SiO <sub>2</sub>	6,22	0,00	0,00	0,36	1,45	0,00	0,48	1,07	0,00
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,08	0,19	0,06	0,05	0,20	0,00	0,16	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,64	14,80	2,88	15,43	7,03	24,33	6,31	3,56	19,74
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51,98	55,38	59,38	55,74	62,85	44,89	63,07	58,44	49,59
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,19	0,11	0,18	0,07	0,05	0,09	0,18	0,26
MnO	1,03	0,34	0,91	0,21	0,09	0,18	0,65	1,54	0,40
FeO	20,47	13,98	25,11	14,33	15,31	15,73	16,20	26,02	17,45
MgO	13,86	15,04	11,28	13,43	13,00	14,51	11,80	8,66	12,34
NiO	0,19	0,18	0,00	0,08	0,10	0,07	0,07	0,22	0,04
CoO	0,00	0,00	0,15	0,07	0,06	0,04	0,00	0,10	0,07
CuO	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
ZnO	0,13	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00
Сумма	99,88	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	98,77	100,01	100,00

Хромшпинелиды во вкрапленных, густовкрапленных и сплошных хромитах отличаются более широкими вариациями составов, чем во вмещающих дунитах и гарцбургитах. Они представлены обычно алюмохромитами, и хромитами, иногда отмечаются субферрихромиты (табл. 2). Содержания MgO во всех

структурных типах хромитах остаются близкими. При этом содержания  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$  и  $FeO$  значительно варьируют, однако их вариации не увязываются со структурными типами. Отмечается тенденция уменьшения  $TiO_2$ ,  $MnO$  от вкрапленных к густовкрапленным хромитам. Вариации составов хромшпинелидов в хромитах, очевидно, обусловлено их неоднородными метаморфогенными преобразованиями в процессе пластического деформирования. В отличие от вмещающих дунитов и гарцбургитов в хромитах часто встречаются  $MnO$ ,  $NiO$ , реже отмечаются  $CoO$ ,  $CuO$ ,  $ZnO$ .

К наименее метаморфизованным хромшпинелидам относятся алюмохромиты, которые представляют собой наиболее ранние образования. Наиболее метаморфизованными относятся хромиты и субферрихромиты, которые очевидно претерпели наложенные интенсивные пластические деформации.

Таким образом Агардагский массив сложен предельно истощенными в процессе деплетирования ультрамафитами дунит-гарцбургитового комплекса. Породы в различной степени подвержены пластическим деформациям, что выражается в размере зерен оливина, появлении неоднородного погасания, полос пластического излома, спайности, а также порфиорокластезе, обусловленном синтетектонической рекристаллизацией. Среди дунитов и гарцбургитов установлены линзовидные тела и линейные зоны хромитов. Их локализация, очевидно, контролируется линейными зонами интенсивного послонного течения мантийного субстрата и обусловлена сегрегацией хромшпинелидов в рудные линейные тела и зоны в процессе высокотемпературного пластического течения. Под действием коровых пластических деформаций сдвигового характера происходило неравномерное «выдавливание» оливина из хромитов с образованием густовкрапленных и сплошных рудных тел. При этом сопутствующий метаморфизм способствовал формированию высокохромистых хромитов.

#### Литература

1. Гончаренко А.И. Петроструктурная эволюция альпинотипных гипербазитов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989, 398 с.
2. Колман Р.Г. Офиолиты. М.: Мир, 1979. 269 с.
3. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды ИГН АН СССР. Сер. рудн. месторождения. М.: Изд-во АН СССР. 1949. № 13. 87 с.
4. Савельев Д.Е., Сначев В.И., Савельева Е.Н., Бажин Е.А. Геология, петрогеохимия и хромитоносность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008, 320 с.
5. Чернышов А.И. Ультрамафиты (пластическое течение, структурная и петроструктурная неоднородность). Томск, 2001, 216 с.
6. Чернышов А.И., Юричев А.Н. Петроструктурная эволюция ультрамафитов Калнинского хромитоносного массива в Западном Саяне // Геотектоника. 2013. № 4. С. 31–46.

### **К ГЕНЕЗИСУ СЕРЕБРО-ОЛОВЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИРХАНТ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТАДЖИКИСТАН)**

**Ф.А. Файзиев**

Научный руководитель профессор А.Р. Файзиев

*Таджикский национальный университет, г. Душанбе, Таджикистан*

Месторождение Мирхант расположено в пределах Джилау-Тарор-Мосрифского рудного района, пространственно ассоциирующегося с мелкими интрузиями гранодиоритов и кварцевых порфиров. Последние приурочены к осям мелких антиклинальных структур и разрывных нарушений.

Историю формирования месторождения можно разделить на три этапа: дорудный, синрудный и пострудный.

Первый этап характеризуется созданием геолого-структурных условий, благоприятных для поступления и локализации оруденения. Основной структурой является Мирхантская антиклиналь, осложненная на крыльях на всем её протяжении (более 4,5 км) крупными разломами более высоких порядков. Последние простираются субпараллельно оси складки на северо-восточном и юго-западном контактах пород. Разломы при определенной тектонической обстановке выполняли роль рудоподводящих каналов.

Второй этап связан с процессом эндогенного рудообразования, который был многостадийным [1]. Выделены три последовательные стадии гидротермального рудообразования: 1) кварц-касситерит-сульфидная; 2) карбонат-сульфосольно-сульфидная и 3) кальцит-гематит-сульфидная. Минералы кристаллизовались в широком диапазоне температур (430-65°C) и давлений (1000-150 атм). Первоначально состав минералообразующих растворов был бикарбонатно-сульфатным (с подчиненным значением хлора), а затем сменился на хлоридно-бикарбонатный.

Третий этап (пострудный) характеризуется проявлениями поздних прожилков кварца, кальцита, развитых как в позиции рудоносных залежей, так и за их пределами.

Особенности морфологии и внутреннего строения рудных тел имеет большое значение для понимания генезиса месторождения. Рудные тела месторождения крутопадающие (от 55 до 90°C) и имеют столбообразную, четковидную, лентообразную и пластообразную формы с раздувами и пережимами. В пределах месторождения выделены 7 рудных тел. Параметры их следующие: протяженность колеблется от 90 до 550 м, размах оруденения по вертикали 350-400 м, азимут простираения 300-340°. Мощность рудных тел варьирует от 1.22 до 44 м.