

ОЛОВО АЛТАЯ: ФОРМАЦИОННЫЕ ТИПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.И. Гусев, В.В. Данилов¹, В.В. Жданова

Бийский педагогический государственный университет, г. Бийск

¹ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

Формирование оловянного оруденения обусловлено тесными взаимосвязями тектоники, магматизма и рудообразования при ведущей роли тектоники в размещении ареалов магматизма, оловоносных площадей и месторождений. Оловянное оруденение размещено в различных геологических структурах - на платформах (главным образом на их докембрийских кристаллических выступах – щитах), на срединных массивах, в разновозрастных складчатых системах и молодых вулканических поясах (Геология..., 1969; Основные..., 1976). При этом на долю складчатых систем приходится 75% всего известного олова.

В Горном Алтае оловоносность приурочена к складчатым сооружениям девонского возраста, интродуцированным массивами гранодиорит-гранит-лейкогранитового типа, а также к вулканоплутоническим поясам девонского возраста. Шлиховые потоки, геохимические аномалии олова, проявления касситерита приурочены к выходам посторогенных гранитоидов шошонитовой серии (тип гранитов высоко-барий-стронциевый) айского, жерновского комплексов.

В Республике Алтай оруденение олова представлено комплексными рудами грейзеновой касситерит-вольфрамитовой формации, распространённой в пределах Юстыдского и Уландрыкского рудных узлов, а также скарновой вольфрам-касситеритовой формацией в пределах гранитоидов массива Карагу, грейзенами и скарнами, связанными с гранитоидами Турочакского массива (рис. 1). В Уландрыкском рудном узле пункты минерализации и аномалии олова приурочены к гранитоидам Барбургазинского гранитоидного массива и представляют лишь минералогический интерес. Более масштабное оруденение, но слабо изученное, локализуется в пределах Юстыдского рудного узла. В контакте гранитоидов массива Карагу локализуется слабо изученное олово-медно-золотое скарновое проявление Карагу.

Юстыдское проявление расположено на западных отрогах хр. Чихачёва, в верховьях р. Юстыд. Пространственно и генетически оно ассоциирует с Юстыдским гранитным массивом (D₃), локализуясь в его экзоконтакте (150-250 м) среди контактово изменённых флишидных толщ среднего-верхнего девона, представленных кварц-плагиоклазовыми, кварц-амфибол-биотитовыми разновидностями роговиков и метасоматитов. Гранитоиды представлены 2 фазами, в одной из которых отмечаются рапакивиподобные граниты.

Оруденение приурочено к сложно построенной линейной жильной зоне с образованием грейзеново-жильного штокверка (Говердовский, 1997). Основное оруденение сосредоточено в главной жиле мощностью 0,05-0,25 м и протяжённостью в несколько десятков метров. По простиранию жила, как и вся зона, переходит в грейзеново-кварцевый штокверк, а затем сменяется грейзенизированными метасоматитами. Жила имеет зональное строение: зальбанды выполнены преимущественно арсенопиритом, центральная часть сложена кварц-флюорит-турмалиновой ассоциацией с вкрапленностью вольфрамита, шеелита, халькопирита, касситерита, пирротина, пирита, арсенопирита. Оруденение в жилах распространено крайне неравномерно и носит гнездово-вкрапленный характер. Основной объём жил занимает турмалин (20-40%) и арсенопирит (5-25%). Турмалин относится к шерлу (FeO-18%, MgO-1%). Вольфрамит образует крупные кристаллы (до 5 см) и его скопления наблюдаются во флюорит-кварцевых частях жил, реже в участках, обогащённых арсенопиритом. Касситерит образует отдельные кристаллы (0,1-0,5 см) и гнездовые вкрапления (до 1-2 см). Наиболее концентрированная касситеритовая минерализация приурочена к турмалиновым участ-

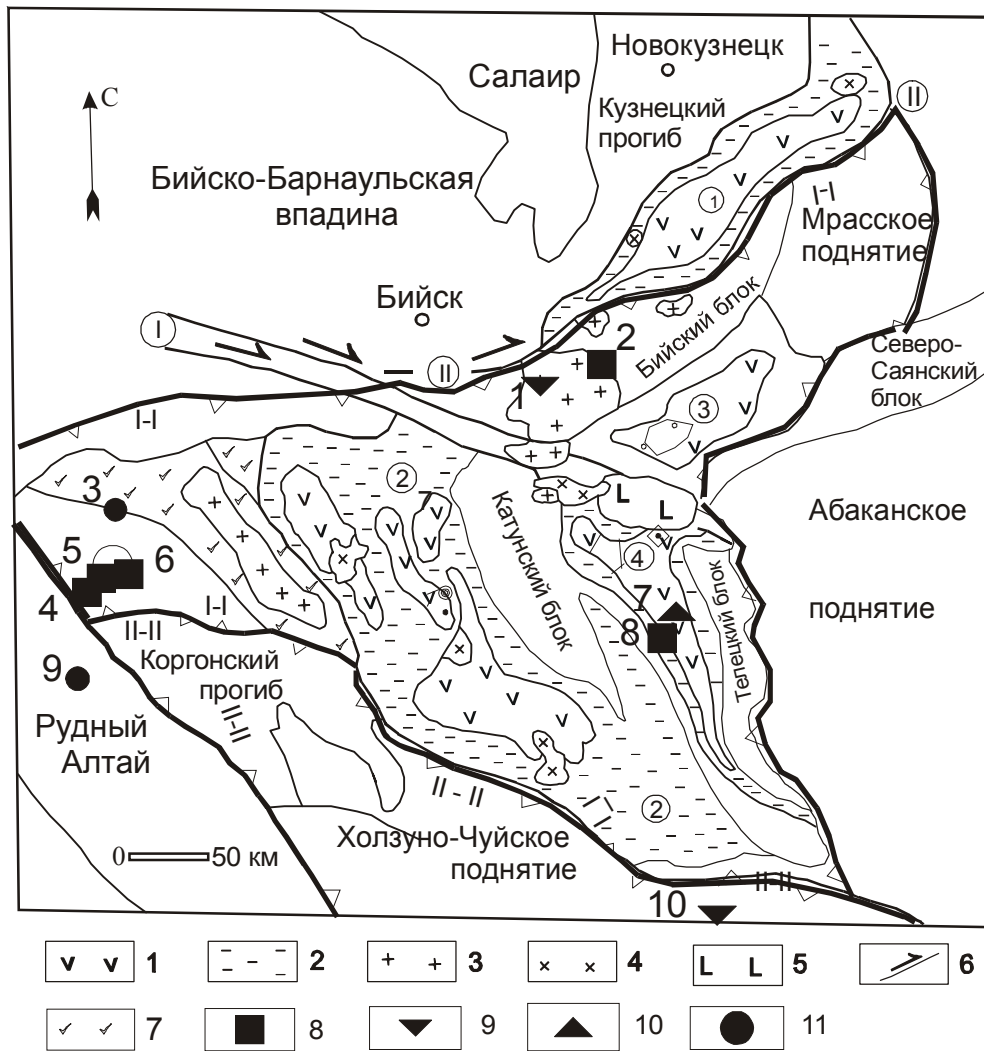


Рис. 1. Схематическая металлогеническая карта западной части Алтае-Саянской складчатой области на этап функционирования трансформной континентальной окраины и мантийной горячей точки (O_1-P_1).

1-вулканогенные образования нижнего-среднего девона (базальты, трахибазальты, андезиты, риолиты и их туфы); 2- туфогенные образования ордовика-нижнего девона (конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты); 3- граниты, умеренно-щелочные граниты, кварцевые сиениты среднего девона; 4- габбро, диориты, тоналиты, граниты нижнего силура-нижнего девона; 5- габбро, плагиограниты среднего кембрия; 6- трансформный разлом; наименования прогибов: 1- Тельбесский, 2- Ануйско-Чуйский, 3-Лебедской, 4- Уйменский; названия трансформных разломов: I- Бийский, II- Тельбесский (ответвление Бийского); 7- кремнисто-м metabазальтовые океанические образования (C_3-O). Типы оруденения олова: 8- сакрново-касситерит-сульфидный, 9- грейзеновый касситерит-сульфидный, 10- эпитермальный олово-серебряный, 11- жильный кварц-касситерит-сульфидный. Металлогенические области: I-I- Северо-Алтайско-Горно-Шорская, II-II- Южно-Алтайская.

кам жил. Кроме того, касситерит развивается совместно с вольфрамитом. Этот агрегат местами дробится и цементируется халькопиритом. В последнем присутствуют каплевидные выделения самородного висмута. Как в жилах, так и в околожильных грейзенах вольфрамит преобладает над касситеритом. Околожильные грейзены характеризуются кварц-турмалин-мусковитовым и кварц-мусковитовым составом с флюоритом и вкрапленностью вольфрамита, шеелита, касситерита, берилла, арсенопирита. Спорадически присутствуют топаз и циркон. Содержания триоксида вольфрама по отдельным пробам достигают 34%, олова – 12%. В рудах повышенные содержания бериллия (до 0,2%), висмута (до 0,01%), меди (до

0,5%). В грейзенах концентрации (%) вольфрама, олова и меди значительно ниже (0,1, 0,02, 0,1, соответственно), а бериллия и висмута выше (до 0,1%).

По имеющимся параметрам распространения оруденения олова в связи с Юстыдским массивом, от оценки прогнозных ресурсов олова следует воздержаться.

В восточном экзоконтакте гранитоидного массива Карагу локализуется *олово-медно-золотое проявление Восточный Карагу*, представленное гранат-везувиан-геденбергитовыми скарнами мощностью до 10 м и протяжённостью до 300 м. Метасоматические скарновые изменения представлены прожилками кварца, эпидота и тремолита мощностью 0,5-2 см. Местами метасоматиты образуют сплошные мусковит-кварцевые линзы размерами 1x5 м. В них наблюдается вкрапленность турмалина, шеелита, датолита, касситерита. В дистальной фации увеличивается количество датолита и везувиана, образующих местами гнезда размерами до 20x60 см. Характерна высокая насыщенность скарнов везувианом в виде вкрапленности и гнезд. На скарны наложены прожилки кварца мощностью 1-5 см с вкрапленностью пирита, борнита, реже касситерита, станнина, шеелита, теннантита, халькозина, халькопирита, сфалерита, галенита. При этом шеелит и касситерит кристаллизовались ранее сульфидов полиметаллов и золота в прожилках раннего кварца 2 генерации с альбитом и калиевым полевым шпатом. Прожилки кварца 3 генерации мощностью 0,5-2 см содержат вкрапленность пирита, халькопирита, борнита, халькозина, золота. Свободное золото выявлено в хвостах борздовых проб в количестве от единичных знаков до 1078 зёрен в обогащённой медью зоне. Содержание золота от 1,5 до 5,9 г/т. Золотины имеют низкую пробность: 580-650%. Основные элементы-примеси в нём: медь, серебро, олово, висмут. Элементы – спутники в рудах (в %): медь – 1, цинк – 0,4, мышьяк – 0,05, WO₃ - 0,1-0,3, олово - 0,03-0,4, свинец – 0,01, висмут – 0,002, бериллий - 0,024, литий – 0,05. Концентрации золота в сульфидах (г/т): борните-25,5, халькозине –58, пирите –3,6. Сера пиритов и халькопиритов руд проявления Восточный Карагу отличается весьма высокими значениями тяжёлого изотопа ($\delta^{34}\text{S}=+10,1... +13,5$). Такое соотношение изотопов серы указывает на контаминированный магматический источник. Гомогенизация газовой-жидких включений кварца, содержащего касситерит, составляет 400-420^o С.

Скарновые минералы Восточного Карагу, в отличие от типичных золоторудных скарнов, имеют повышенную железистость, которая прослеживается во всех минералах скарнов и минералах гистерогенных изменений скарнов: пироксене, гранате, везувиане и эпидоте. Химические составы скарновых минералов сведены в табл.1. Клинопироксен относится к высокожелезистому геденбергиту (Gd минала более 60%), а гранат – к андрадиту с андрадитовым миналом 85%. Для везувиана и эпидота характерны повышенные концентрации редкоземельных элементов (лантана от 15 до 350 г/т, церия от 10 до 170 г/т). В других типах скарновой минерализации таких концентраций редкоземельных элементов не отмечалось (Гусев, 2003).

1. Химические составы скарновых минералов рудного поля Карагу (мас.%)

Минералы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма
Геденбергит, n=3	48,20	0,10	0,21	0,05	20,10	0,80	0,60	29,61	0,13	0,03	99,83
Андрадит, n=2	38,52	0,22	1,10	0,05	28,70	0,20	0,55	30,31	0,20	0,10	99,95
Везувиан, n=2	35,61	0,29	18,33	0,10	10,11	0,20	0,11	35,11	0,05	0,10	100,01
Эпидот, n=3	37,55	0,15	24,65	0,10	15,75	0,13	0,12	21,46	0,04	0,05	100,0

Примечание. Анализы выполнены в Лаборатории Западно-Сибирского Испытательного Центра (г. Новокузнецк); n- количество проб.

В районе Турочакского массива выявлены многочисленные прямые признаки оловянного оруденения. Пункт минерализации олова грейзенового типа на г. Синюха локализован в северо-западной части Турочакского массива среди лейкогранитов III фазы. Последние пронизаны многочисленными дайками аплитов и линзами пегматитов. Краевая фация лейкогранитов окварцована и грейзенизирована. Касситерит обнаружен в протолочке (5 зёрен) из жилы грейзенизированных аплитов мощностью 10 см с азимутом падения $140 \angle 30^\circ$.

В шлихах из аллювия и делювия на г. Синюха на площади 86 кв. км содержание касситерита до 35 зёрен и циркона от 2 до 60 г/м³. Шлиховой ореол (2 кв. км) касситерита (до 90 знаков) выявлен в районе д. Ивановка, а из элювия грейзенизированных гранитов в этом же месте установлены 3-5 зёрен касситерита, а также единичные знаки шеелита, турмалина и ильменита. В правом борту р. Бии южнее с. Дмитриевка выявлен первичный геохимический ореол Sn до 0,001 % (0,8 кв. км).

В восточном экзоконтакте Турочакского плутона (в южной части хребта Салоп) в 2,5 км севернее села Нижняя Тандошка локализуется *Салопское проявление скарнов* с магнетитом и наложенной полиметаллической минерализацией. Мощности скарнов варьируют от 50 до 100 м и протяжённостью от нескольких десятков до 150 м. Площадь проявления скарнов составляет 3,5 км². Скарны по составу гранатовые, пироксен-гранатовые, везувиан-пироксен-гранатовые, альбит-гранатовые, магнетит-гранатовые с эпидотом. Помимо магнетита в сопутствующей минерализации отмечены минералы марганца – гейландит-криптомелана. Гистерогенные постскарновые изменения включают гнёзда, прожилки клиноцоизита, эпидота, тремолита, актинолита, редко калиевого полевого шпата. Наложённая минерализация представлена прожилками, линзочками кварца, кальцита с флюоритом, редко баритом и турмалином. Из сульфидов отмечены пирит нескольких генераций, пирротин, халькопирит, арсенопирит, сфалерит, молибденит, шеелит, касситерит, самородное золото, тетрадимит. В 1999-2000 годах авторами в протолочках кроме касситерита обнаружены мелкие зёрна экерита, варламовита, самородного висмута, аргентита, станнина. Гомогенизация газовой-жидких включений в кварце, содержащем касситерит, варьирует от 410 до 450⁰ С. Содержания элементов в рудах варьируют (%): меди - от 0,02 до 0,3, цинка - от 0,02 до 1, олова - от 0,01 до 0,6, мышьяка - от 0,01 до 0,2, бериллия - от 0,001 до 0,02, триоксида вольфрама - от 0,01 до 0,2, серебра - от 2 до 14 г/т, золота - от 0,2 до 1 г/т. Эпидот скарнов отличается повышенными концентрациями лёгких РЗЭ: лантана - от 50 до 420 г/т, церия - от 100 до 450 г/т.

Эпитермальное касситерит-сульфосольное оруденение распространено в пределах Уймено-Лебедского прогиба и приурочено к системе пересекающихся крупных глубинных разломов разной ориентировки (Гусев, 2005). Оруденение олово-серебряного состава обнаружено в северной части Уйменского рифтогенного прогиба в местах проявления эруптивных центров, участвующих в строении крупной Саганы-Кылайской вулканоплутоновой структуры площадью 550 км². Эруптивные центры сложены риодацит-риолитовыми лавами и туфами такого же состава (саганская свита –D₂), а также субвулканическими куполами трахириодацит-порфиров, кварцевых порфиров. Субвулканические образования обнаруживают близость к кварцевым латитам. Эруптивные центры и купола контролируются крупными глубинными разломами СЗ направления, являющиеся поперечными к плану «алтайских структур», подчёркиваемые контрастными градиентами Δg и сопровождаемые зонами трещиноватости такой же ориентировки. Последние затрагивают и вулканогенные образования, и субвулканические купола и локализуются в их контактовых частях (левый борт р. Бельги, рр. Угул, Байаяк, Б. Кузя, Коурсан, р. Каракокша выше устья р. Саганы, а также вершина г. Кылай). Местами к этим зонам приурочены дайки кварцевых диоритовых порфиров. В указанных зонах проявлены кварцевые жилы и системы кулисных прожилков кварца с сульфидной минерализацией, образующей тонкую вкрапленность: касситерит, пирит, тет-

раздрит, редко арсенопирит, сфалерит (клеюфан), вюртцит, галенит, халькопирит, пираргирит, джемсонит. Сульфосоли серебра выделялись в заключительную стадию минерализации и приурочены к тонким прожилкам кварца с баритом, секущим ранний кварц с касситеритом и пиритом. Местами в поздних прожилках отмечается кокардовая текстура. В зоне окисления отмечено самородное серебро. Содержания олова в зонах колеблются от 0,04 до 0,3 %, серебра – от 5 до 28 г/т. Концентрации серебра в пирите варьируют от 25 до 300 г/т, золота – от 0,5 до 10 г/т. Околорудные изменения представлены аргиллизитами (серицитизация, алунификация). Гомогенизация первичных газовой-жидких включений в кварце I генерации с пиритом и касситеритом происходит в интервале температур 230 – 210° С, а аналогичных включений в кварце II генерации с сульфосолями серебра – 160-180° С.

В Алтайском крае оруденение олова проявлено в районе Усть-Тулатинского гранитоидного массива и представлено 2 проявлениями оловорудной силикатно-сульфидной формации (Тулатинское Восточное и Хуторское) и скарново-касситеритовым проявлением Слесарским.

Тулатинское Восточное проявление расположено в 5 км восточнее с. Усть-Тулатинка, в 470 м по аз. 310° от выс. отм. 722,5 м в южном эндоконтакте гранитов Усть-Тулатинского массива. В эндоконтакте отмечено окварцевание, брекчирование, убогая вкрапленность флюорита и медно-сульфидная минерализация, представленная вторичными малахитом, азурином, лимонитом. В 100 м северо-восточнее установлена зона окварцевания в гранитах (азимут простирания 300°). Мощность зоны 1 м, по простиранию прослежена на 100-120 м. Отмечается значительная вкрапленность сульфидов меди. По результатам анализов бороздовых проб установлены следующие содержания: олово - 0,008-0,3%, вольфрам - до 0,1%, медь - 0,01-0,5%, свинец - 0,01-0,05%, цинк - 0,1-1,0%, молибден - 0,001- 0,02%, серебро - до 100 г/т, фтористый кальций - 1-3%.

В 1 км восточнее находится *проявление Хуторское*. Выявлено Юрьевым А. И. в 1983 г. Проявление приурочено к южному эндоконтакту Усть-Тулатинского гранитного массива и связано с апофизой мелко-среднезернистых аплитовидных катаклазированных гранитов. В экзоконтакте массива развиты ороговикованные песчаники и алевролиты чарышской свиты, в которых заметно интенсивное окварцевание и кварц-лимонитовые прожилки. В ЮЗ контакте апофизы прослежена зона окварцевания мощностью 1,5-2,5 м и протяженностью 90 м. В кварце отмечается убогая медно-сульфидная минерализация, представленная халькопиритом, малахитом, азурином. Содержания олова - 0,02-1,5%, оксида бериллия - до 0,048%, молибдена - 0,001-0,03%, висмута - 0,003-0,03%, серебра - до 30 г/т, меди - 0,01-0,2%, цинка - 0,05-0,2%, свинца - до 0,1%, фтористого кальция - 1-3%. В центральной части апофизы присутствуют аплит-пегматоидные тела, согласные с простиранием контактов (аз. пр. 320°). Их мощность 1-2 м, длина 20-50 м. Спектральным и химическим анализами в аплит-пегматоидных образованиях установлены олово - 0,01-1,0%, оксид бериллия - до 0,22%, триоксид вольфрама - 0,01-0,045%, молибден - 0,001-0,018%, висмут - 0,002-0,015%, ниобий - 0,05%, сурьма - 0,005%.

Слесарское проявление располагается на водоразделе р. Белой и кл. Кабаньего, впадающего справа в р. Большую Слесарку - правого притока р. Малой Белой, впадающего в 450 м от ее устья. По архивным данным рудопроявление было открыто в 1779 г. штейгером Девятовым. В северной части водораздела обнаружены следы давних горных работ, которые могут являться Девятовско-Белорецкими приисками № 1,2 и 3. Рудное тело, вскрытое шурфами, представляет кварцевую жилу, содержащую серебро (32 г/т) и медь (от 0,6% до 4,37%). Однако авторами кварцевой жилы не обнаружено, что вызывает сомнение в правильности адреса указанных выше приисков. Участок рудопроявления является частью ЮЗ крыла Амелихинской антиклинали, сохранившегося в опущенном тектоническом блоке, ограниченном

с СВ и ЮЗ соответственно Амелихинским и Слесарским дизъюнктивными нарушениями, а с севера и юга - параллельно идущими широтными Северо-Тигирекским и Южно-Тигирекским разломами. Блок залегает среди гранитов боровлянского и змеиногорского интрузивных комплексов и имеет с ними тектонически активные, осложненные позднейшими подвижками, взаимоотношения. В поперечном направлении он также осложнен несколькими дизъюнктивными нарушениями СВ направления, лежащими в створе группы семеновских сбросо-сдвигов. Протяженность этого блока в СЗ направлении составляет около 3,5 км, а ширина, измеряющаяся на СЗ приблизительно в 250-300 м, расширяясь, достигает 1000-1100 м - на ЮВ. В геологическом строении участка принимают участие карбонатные отложения нижнего силура. Породы падают в ЮЗ сторону, однако у тектонического контакта с гранитами наблюдаются также и обратные падения. Оруденение приурочено к ЮЗ контакту блока с гранитами, в зоне которого закартирована полоса оруденелых скарнов и роговиков, вскрытая короткими профилями канав и шурфов через 250-350 м. Общая длина зоны по простиранию не менее 2,5 км, а потенциально - 3,0-3,5 км. Мощность зоны непостоянная. Однако в общем скарнами сложено довольно выдержанное тело мощностью от 7-10 до 30-40 м. Контакт с гранитами обычно имеет тектонический характер, проявляющийся в виде полос сланцеватости и дробления шириной от нескольких сантиметров до 30-40 м. Падение зоны предположительно крутое в СВ направлении. Скарны рудопроявления имеют сложный минеральный состав. Выделяются следующие разновидности: 1. Везувиан-гранат-пироксеновые; 2. Гранат-пироксеновые; 3. Гранат-эпидотовые; 4. Пироксеновые; 5. Амфибол-пироксен-гранатовые с касситеритом. Кроме того, здесь же отмечаются роговики и кварциты. Скарны в большинстве случаев несут рудную минерализацию. В них в виде вкрапленности, натеков и примазок отмечается халькопирит, малахит, лиловато-черные смоляные лимониты с реликтами халькопирита, касситерит и станнин. Сульфидные минералы все выщелочены.

Скарны (1) встречены только на СЗ фланге рудопроявления. Породы светло-серые с зеленым оттенком, плотные мелкокристаллические. Состоят из везувиана, граната и пироксена с примесью эпидота и карбоната. Везувиан образует интенсивно трещиноватые изометричные и хорошо ограненные зерна и шестоватые кристаллы. Гранат встречается реже, в виде крупных скоплений изометричных зерен, слегка буроватых в проходящем свете и полностью изотропных при скрещенных николях. Моноклинный пироксен образует небольшие агрегаты изометричных зерен размером до 0,1-0,2 мм, среди которых иногда отмечаются почти полностью замещенные пылевидным веществом хорошо образованные короткостолбчатые кристаллы. После изучения под микроскопом позволительно предположить, что минерал относится к группе диопсид-геденбергита. Эпидот в виде изометричных пятен проникает в породу по трещинам, часто в ассоциации с карбонатом; последний довольно часто наблюдается в межзерновом пространстве везувиана и граната, а также в виде включений и тонких жилок в их зернах.

Гранат-пироксеновые скарны - коричневые мелкозернистые породы, иногда с пятнистыми более светлыми участками и ожелезненными трещинами. Гранат слагает от 40 до 70% объема породы. Образует агрегатные скопления изометричных зерен. Некоторые разновидности гранат-пироксеновых скарнов содержат моноклинный амфибол или же, вместо него, эпидот. Амфибол представлен зеленой роговой обманкой, развивающейся преимущественно вдоль трещинок. К скоплениям амфибола обычно приурочен зеленый хлорит и мелкие зерна рудного минерала, вероятно, окисленного халькопирита, вблизи которого отмечается малахит.

Эпидотовые разновидности скарнов отличаются лишь тем, что вместо амфибола присутствует эпидот, выполняющий трещинки и сопровождаемый кварцем, количество которо-

го в породе в общем несколько повышается. При резком уменьшении пироксена и других минералов скарны приобретают характер гранатовых.

Пироксеновые скарны имеют в скарновой зоне значительное распространение. Они встречены в центральной и ЮВ частях скарновой зоны на некотором удалении от контакта с гранитами. Макроскопически они представляют собой плотные коричневато-серые трещиноватые породы с вкрапленностью пирита, гнездами лимонита, заместившего халькопирит, и обильными налетами малахита. Рудный минерал довольно интенсивно насыщает породу и сопровождается обильными пятнами малахита. Структура скарнов гранобластовая.

Амфибол-пироксен-гранатовые скарны с касситеритом, по имеющимся данным, имеют относительно ограниченное распространение. Они встречены в СВ части скарновой зоны на некотором удалении от контакта с гранитами. Обычно это темно-зеленые мелкозернистые массивные и сланцеватые породы мелкокристаллического строения. По трещинам в них отмечаются налеты малахита. Микроскопическое изучение показывает, что они состоят в основном из моноклинного амфибола, среди которого в виде пятен-реликтов наблюдаются мелкозернистые агрегаты моноклинного пироксена и единичные зерна граната. Амфибол, представленный обыкновенной роговой обманкой, образует субпараллельно расположенные агрегаты призматических зерен, довольно часто замещенных густо окрашенным зеленым хлоритом. Среди этого агрегата просматриваются неправильной формы выделения эпидота, рудного минерала и, реже, граната. Гранат наблюдается в форме изометричных зерен, которые в проходящем свете обнаруживают легкую розовато-бурую окраску, что отличает их от граната, развитого в других местах рудопроявления. Касситерит, судя по единичному зерну, представлен лейстовидными кристаллами размером до 0,1 мм. В проходящем свете он слегка буроват и заметно плеохроирует в розоватых тонах, погасание у него прямое, двупреломление очень высокое. В других местах рудопроявления в подобных скарнах гранат отсутствует и отмечается повышенное количество зерен кварца. Структура породы гранонематобластовая, участки, сложенные пироксеном, обладают гранобластовой и, реже, порфиробластовой структурами. По количественным соотношениям между минералами среди описываемых пород можно было бы выделить эпидот-гранатовые и пироксен-карбонат-гранатовые скарны. Анализ взаимоотношений между минеральными ассоциациями приводит к выводу, что скарновая зона сформировалась минимум в три этапа. В наиболее ранний, типично скарновый этап, образовались гранат-пироксеновые и, возможно, везувиан-гранат-пироксеновые скарны. Во второй этап гистерогенных постскарновых изменений происходит замещение образовавшихся минералов амфиболом, после чего отложились эпидот и, вероятно, хлорит. Сульфидная минерализация, скорее всего, связана по времени с этапом амфиболитизации скарнов, возможно также, что является и более поздней. Пироксен-карбонат-гранатовые скарны являются, по-видимому, связующим звеном между описанными выше скарнами и мраморизованными известняками чагырской свиты. От пироксен-гранатовых скарнов они отличаются меньшим количеством граната, обилием карбоната и кварца. Кроме того, в отдельных местах рудопроявления отмечается интенсивная турмалинизация скарнов. Черный турмалин в ассоциации с очень высоко преломляющимся карбонатом почти полностью замещает гранат и, вероятно, другие порообразующие минералы, агрегаты которых в виде реликтов иногда наблюдаются макроскопически.

Роговики и кварциты в строении рудопроявления имеют подчиненное значение. Среди них по минеральному составу выделяются эпидот-кварц-амфибол-карбонатные роговики и кварциты, в составе которых всегда имеется некоторое количество игольчатого моноклинного амфибола. Роговики имеют типичную гранобластовую структуру и сложены примерно равными количествами эпидота и кварца, изометричные зерна которых имеют размеры до 0,2 мм. Карбонат просматривается в виде изометричных выделений, которые распо-

лагаются прерывистыми цепочками, ориентированными параллельно присутствующим здесь иголочкам амфибола. Кварциты сложены почти нацело агрегатом мелких полигональных зерен кварца, к которым присоединяется небольшое количество субпараллельно расположенных иголочек амфибола. Структура кварцитов торцовая.

Химическим и спектральным анализом проб оруденелых скарнов установлено присутствие в них меди, свинца, цинка, олова, германия, серебра, золота, кобальта и молибдена. Оруденение в скарнах образует зону вкрапленности мощностью от 2,5 до 7 м, протягивающуюся непосредственно у контакта с гранитами или же вблизи от него. Макроскопически в них устанавливаются малахит, вкрапленники смоляноподобного лимонита с реликтами халькопирита и, реже, частично окисленные изометричные зерна халькопирита размером от 1 до 5-7 мм. Оруденение вскрыто короткими профилями канав и отдельными выработками на протяжении более 2 км по простиранию. Расстояние между профилями в зависимости от глубины наносов изменялось от 50-60 м и до 400 м. Большинство из этих профилей были вскрыты в различной степени оруденелые породы, изучение минерального состава которых весьма затруднено из-за интенсивных гипергенных процессов, проявившихся в сильном окислении и выщелачивании сульфидов и в выносе металлов из зоны окисления, вследствие чего данные химических и спектральных анализов в большинстве случаев не отражают содержания металлов в первичных сульфидных рудах. Изучение минерализованных скарнов и отобранных из них протолок показывает, что содержащиеся в них рудные минералы представлены халькопиритом, пиритом, касситеритом, станнином и, реже, галенитом и сфалеритом; последние четыре минерала установлены только в протолочках. Из вторичных минералов широким развитием пользуются малахит, лимонит, реже азурит и, вероятно, цинковые охры. Касситерит из протолок представлен мелкими, до 0,5 мм, зернышками темно-коричневой окраски. Станнин встречается в протолочках реже. Представлен округлой формы зернами размером до 0,3 мм в сростках с касситеритом и иногда с халькопиритом. Окраска стально-серая с оливково-зеленым отливом. Химическим анализом бороздовых проб, отобранных по 10 пересечениям минерализованной зоны, установлены следующие содержания химических элементов (среднее арифметическое по 30 анализам): меди - 0,63%, свинца - 0,09%, цинка - 0,10%, олова - 0,021%, германия - 0,00046%. Пробирному анализу подвергнуто 8 проб весом по 20 кг каждая, в четырех из них обнаружено присутствие золота от следов до 0,6 г/т и в трех пробах - серебро от 2 до 32 г/т. Олово и германий, по данным спектрального анализа, присутствуют в скарнах в количестве соответственно от 0,01% до 0,03% и в тысячных долях процента практически повсеместно. Характерно, что химическим анализом бороздовых проб, отобранных из макроскопически безрудных скарнов, также отмечаются довольно высокие содержания олова, достигающие 0,04-0,05%. Кроме указанных элементов в скарнах спектральным анализом обнаружены: кобальт - 0,001-0,003%, молибден - до 0,002% и висмут - до 0,03%. Минимальные прогнозные запасы металлов в скарновой зоне Слесарского рудопроявления могут быть определены в предположении, что приведенные выше средние содержания элементов останутся постоянными на протяжении 2000 м по простиранию и сохранятся по падению зоны до наиболее рентабельной глубины отработки месторождений цветных металлов, которая принимается равной 300 м от поверхности. Прогнозный вариант при средней мощности оруденелой зоны равной 5 м обеспечивает $20000 \text{ м} \times 5 \text{ м} \times 300 \text{ м} \times 3 = 9000000 \text{ т}$ рудной массы (объемный вес руды принят равным 3). При указанных выше средних содержаниях металлов запасы их составляют (в тыс. тонн): меди - 56,7, свинца - 8,1, цинка - 9, олова - 1,9 и германия - 0,18. Принимая минимальное среднее содержание меди в первичных рудах равным 1%, прогнозные запасы металла возрастут до 90-100 тыс. тонн. Рудопроявление представляет, несомненно, интерес как весьма перспективный объект для постановки поисково-разведочных работ на медь, олово и другие элементы.

В Рудном Алтае известно коренное *месторождение олова Первенец*, открытое в 1940 году А.С. Егоровым. Месторождение относится к касситерит-силикатной формации, находится на участке, сложенном средне-верхнедевонскими вулканогенно-осадочными отложениями, интродуцированными субвулканическими альбитофирами и долеритами, дайками основного и кислого состава. В 4-5 км к юго-западу от месторождения обнажается небольшое тело герцинских гранитов. Основное оловянное оруденение на месторождении, представленное вкрапленностью касситерита, связано с зоной брекчирования, окварцевания и турмалинизации, залегающей в кремнисто-глинистых сланцах и туфах кислого состава. Средние содержания олова в рудных телах - 0,17-0,29%.

Особенности распределения олова в минерагенических таксонах в Горном Алтае показывают, что наиболее широко проявления олова, шлиховые потоки и геохимические аномалии локализованы в пределах Северо-Алтайско-Горно-Шорской металлогенической области, для которой можно оценить прогнозные ресурсы категории РЗ. Площадь области составляет 82500 км². Удельная рудоносность касситеритовой силикатно-сульфидной формации ранга металлогенических зон и областей варьирует от 3 до 7. При указанных параметрах и понижающем коэффициенте сходства геологического строения 0,5 прогнозные ресурсы олова категории РЗ для Северо-Алтайско-Горно-Шорской металлогенической области составят: $QR_3 = 82500 \times 5 \times 0,5 = 206\ 250$ т.

В заключение следует отметить, что оруденение олова широко распространено в различных структурах Горного и Рудного Алтая, Салаира, Горной Шории, обнаруживая пространственную и парагенетическую связь с анорогенными гранитоидами А-типа, а также с дериватами шошонитовой серии (айский, жерновской комплексы) постколлизийного типа. Многочисленные шлиховые потоки касситерита, проявления и геохимические аномалии олова местами образуют компактные узлы, представляющие интерес. Изученность региона на олово слабая. Предварительный анализ данных и обобщение материалов по оловоносности региона позволяют надеяться на обнаружение промышленного оруденения.

Литература

1. Геология месторождений олова зарубежных стран. Под ред. С.Ф.Лугова, М.Г.Руб. М., Недра, 1969, 328 с. Авт.: Р.М.Константинов, С.Ф.Лугов, Б.В.Макеев, М.П.Материкиев, А.Б.Павловский, М.Г.Руб.
2. Говердовский В.А. Геологическая позиция и формационные типы вольфрамового оруденения Горного Алтая и сопредельных территорий Тывы и Монголии // Природные ресурсы Горного Алтая. Горно-Алтайск, 1997, с.86-109.
3. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. Томск: изд-во СТУ, 2003 в, 308 с.
4. Гусев А.И. Эпитермальное оруденение благородных металлов Горного Алтая и Горной Шории // Известия Томского политехнического университета.- Томск. –2005.. – Том 308, №3, с. 32-35.
5. Основные типы оловорудных районов. Под ред. С.Ф.Лугова. М., Недра, 1976, 232 с. Авт.: С.Ф.Лугов, Б.В.Макеев, А.Б.Павловский, М.Г.Руб, Г.А.Тананаева, И.Н.Томсон.