

УДК 552.11: 552:551:550.42

ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ТИПИЗАЦИЯ ВОЛЬФРАМОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования
им. В.М. Шукшина, Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Вольфрамовое оруденение в Алтайском крае представлено различными геолого-промышленными типами. В Алтайском крае известны 15 месторождений и несколько десятков перспективных проявлений вольфрама. Некоторые из месторождений являются комплексными (W, Mo, Be) и эксплуатировались в разное время. Размещение вольфрамового оруденения в крае контролируется интрузиями постколлизии гранитоидов шoshонитового типа в Чарышском, Талицком и Ануйско-Песчанском редкометалльно-золоторудных районах [1–3]. Цель исследования – типизировать вольфрамовое оруденение региона с акцентом на наиболее перспективных геолого-промышленных объектах.

Ключевые слова: вольфрамовое оруденение, геолого-промышленные типы, Алтайский край

GEOLOGICAL AND INDUSTRY CLASSIFICATION TUNGSTEN MINERALIZATION ALTAYSKOGO EDGE

Gusev A.I.

Altai State Academy of Education. VM Shukshina, Biysk, e-mail: anzerg@mail.ru

Tungsten mineralization in the Altai region is different geological and industrial types. In the Altai region known for 15 fields and dozens of promising manifestations of tungsten. Some of the fields are complex (W, Mo, Be) and operated at different times. Placement of tungsten mineralization in the region controlled by the post-collisional granitoid intrusions shoshonite type Charyshsky, Talitsky and Anuysko Peschansky-rare-metal-gold areas [1–3]. The purpose of the study – to typify the tungsten mineralization in the region with a focus on the most promising geological and industrial sites.

Keywords: tungsten mineralization, geological and industrial types, Altay

Результаты исследования и их обсуждение

В Чарышском рудном районе локализованы мелкие месторождения: Колыванское, Ново-Колыванское, Кремлевское, Плитнинское, Белорецкий рудник и ряд проявлений вольфрама. Наиболее перспективным является месторождение Белорецкий рудник, относящееся к скарновому и кварцево-грейзеновому типам.

Месторождение Белорецкий рудник расположено в правом борту р. Белой. По пространственному положению, морфологии, вещественному составу и условиям залегания месторождение разделяется на три участка: Западный, Центральный, Восточный. На Западном участке выделяется две субмеридиальные зоны скарнирования. Западная скарновая зона прослежена на 500 м при ширине более 100 м. Представлена скарнами и скарнированными роговиками, связанными с известняками постепенными переходами, иногда наблюдаются четкие и резкие границы. В пределах Западной зоны на поверхности выделяются два самостоятельных скарновых тела. Одно из них, восточное, прослеживается по простиранию более 100 м, при мощности в центральной части до 22 м. Тело постепенно выклинивается на север. На глубину тело прослежено более 400 м.

Другое, более крупное скарновое тело располагается в 10–20 м восточнее первого и параллельно ему. Мощность скарнов до 40 м. Среди них наблюдаются прослои и линзы скарнированных известняков и роговиков мощностью до 1,2 м. К северу мощность скарнов уменьшается до 10 м, но увеличивается мощность скарнированных роговиков. Северный фланг скарнов не оконтурен. В 30–50 м восточнее наблюдается восточная зона скарнирования известняков, вытягивающаяся более чем на 300 м, при мощности от 10 до 30 м. Зона падает к западу. Представлена в различной степени скарнированными известняками и роговиками с небольшими телами скарнов. Скарны, в основном, пироксен-везувиановые с гранатом и небольшим количеством других минералов. В этих скарнах содержится в среднем пироксена и везувиана 55–60 %, граната до 5 %, кварца 2–10 %, флюорита до 5 %, кальцита до 5 % и в небольших количествах содержится полевой шпат, эпидот, рудные минералы. Местами описанные скарны переходят в везувиановые, гранат-везувиановые.

Среднее содержание оксида бериллия в известняках участка 0,0–0,003 %, в скарнированных известняках – 0,022 %, триоксида вольфрама – 0,05 %, в роговиках BeO – 0,026 %, WO₃ – 0,047 %, в скарнированных роговиках – 0,031 и 0,065 %, в

в скарнах – 0,042 и 0,076 % соответственно. Среднее содержание ВеО в породах с более интенсивно проявленной наложенной на них рудной минерализацией резко возрастает и составляет: в известняках – 0,088 %, в роговиках – 0,062 %, в скарнах – 0,125 %.

В пределах Центрального участка установлено крупное тело скарнов, прослеженное от контакта с гранитами в СЗ направлении на 600 м при мощности 80–150 м. Скарны залегают в корытообразном углублении апикальной части гранитной апофизы и разведаны на глубину 40 м от поверхности. Среди скарнов встречаются небольшие прослои и линзы скарнированных и редко – чистых известняков. Тело сложено темно-зелеными массивными среднезернистыми пироксеново-везувиановыми скарнами, состоящими из везувиана – 56 %, диопсида – 9 %, эпидота – 7 %, кальцита – 5 %, актинолита – 3 %, граната – до 1 %, флюорита – 8 %. Южная и юго-восточная часть скарнового тела вблизи контакта с гранитами сложена пироксеново-гранат-везувиановыми скарнами, состоящими из везувиана на 65 %. Среднее содержание в скарнах этого участка: ВеО – 0,034 %, WO_3 – 0,147 %, Мо – 0,034 %.

Ширина полосы скарнов в приконтактовой части с гранитами – 15–20 м, скарнированных известняков – 20–25 м. В гранитах, и в меньшей мере в скарнах, в эндоконтакте гранитного массива обнаружено более 100 крупных и мелких кварцевых жил, около 50 из которых имеют мощность более 10 см, а длину от 50 до 200 м. Жилы имеют СЗ простирание, падение на СВ по углам 60–85°. Средняя протяженность жил 50–60 м, мощность от нескольких десятков сантиметров до первых метров. Часто в местах выклинивания жил развиты грейзены. На участках пересечения кварцевых жил в скарнах развиты грейзены, образующие штокверковые зоны, вытянутые вдоль жил в СЗ направлении. Интенсивная редкометальная минерализация грейзенового этапа проявилась в гранитах, особенно в их приконтактовой части в апофизах. Самая крупная гранитная апофиза полностью грейзенизирована и местами в ней грейзены образуют тела неправильной формы. Переход от грейзенов к гранитам постепенный.

Жилы участка ранее разрабатывались на вольфрам при среднем содержании WO_3 около 0,3 %, Мо – от 0,1 до 0,3 %. Содержание WO_3 в жилах колеблется от 0,1 до 0,7 %. Восточный участок. Здесь развиты роговики, скарнированные известняки, скарны и кварцевые жилы. Грейзеновая ми-

нерализация проявлена слабо. Скарнированные известняки образуют две крупных полосы СЗ простирания, вытягивающиеся от контакта с гранитами на расстояние более 500 м. Мелкие скарновые тела имеют СЗ простирание, мощность 5–7 м, длину 60–70 м. Более крупное тело залегает в правом борту ключа Угольного. Длина его около 100 м, мощность 50 м. В пределах участка обнаружена крупная кварцевая жила, приуроченная к разрывному нарушению 3-го порядка и пересекающая граниты, скарны и известняки. Мощность ее в раздувах достигает 3–4 м. Падает на СВ под углом 50°. Серия маломощных жил наблюдается в гранитах на правом берегу р. Белой. Простирание их СЗ, падение на СВ, угол 60–70°. Мощность жил не превышает 15–20 см.

На месторождении выделяется 4 типа руд:

1. Скарновые с бериллиевым везувианом, шеелитом, флюоритом, пиритом, сфалеритом и халькопиритом.

2. Жильные образования и околожильные измененные породы с гельвином, бериллом, шеелитом, вольфрамитом, молибденитом, флюоритом и сульфидами (пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, висмутин, алтаит). Характерно повышенное содержание серебра (до 282 г/т), галлия (0,01 %) и висмута (0,1 %).

3. Грейзеновый с гельвином, бериллом, вольфрамитом, молибденитом, флюоритом и сульфидами (пирит, сфалерит).

4. Кварцево-жильный с бериллом, вольфрамитом, молибденитом и сульфидами (пирит, халькопирит, висмутин). Скарновый тип оруденения характеризуется значительным (до 10 %) содержанием флюорита. Ресурсы данного типа оруденения оцениваются в 3150 тыс. т.

В Талицком рудном районе известны месторождения Мульчихинское, Токаревское, Верхнеслюдянское, Казанцевское, Казандинское и многочисленные проявления (Седло, Толстой, Гранитной, ключ Сибиряченок и другие). Весьма перспективным объектом является Токаревское месторождение, где совмещены жильные, штокверковые и кварцево-грейзеновые руды и метасоматические в песчаниках.

Токаревское месторождение расположено в верховьях руч. Токаревского, левого притока р. Черновой Ануи. Рудное поле занимает площадь 1,5×0,5 км². По преобладанию рудных минералов и некоторым структурным особенностям рудное поле делится на два участка: СЗ с молибденитом и висмутином и ЮВ с шеелитом. На СЗ участке полоса кварцевых жил имеет ши-

рину до 60 м, длину – 350 м, при мощности жил от 1 см до 1 м (средняя 0,2–0,3 м) и протяженности 100–120 м. Простираются жилы 270–290°, падение на ЮЗ под углом 65–75°. Полоса распадается на зоны жил. Основной рудный минерал – молибденит, образующий мелкую вкрапленность, гнезда и розетки. В ассоциации с ним находится висмутин и самородный висмут. В зальбандах жил встречается берилл в виде тонких удлиненных кристаллов. Из рудных минералов в больших количествах встречается пирит, в меньших – халькопирит, пирротин, галенит, сфалерит, молибденит, висмутин. На поверхности оруденение бедное и неравномерное, руды окислены. В зоне окисления развиты лимонит, повеллит, бисмутин, марказит, борнит, халькозин, ковеллин, церуссит, малахит, азурит, встречающиеся до глубины 20 м. Содержание триоксида вольфрама низкое (0,01–0,02%), молибдена на поверхности – от 0 до 0,26%, по скважинам – от 0 до 0,44%, т.е. содержание молибдена с глубиной увеличивается. На среднюю горизонтальную мощность 1,35 м приходится 0,15% молибдена. Содержание висмута на поверхности от 0 до 0,44%, по керну – до 0,18% (с глубиной уменьшается). Содержание серебра достигает по данным спектрального анализа 1000 г/т, а по данным пробирного анализа – 295 г/т. В ЮВ части месторождения выделяется полоса шеелитоносных жил протяженностью около 340 м (простираются полосы 310°) шириной 15–30 м. Простираются кварцево-рудных жилы 270–293°, мощность – от долей до 22 см (средняя 3–7 см), длина от 5 до 50–70 м (в среднем 20–30 м). Жилы расположены под острым углом к простиранию зоны с расстоянием между ними 0,2–3 м. По Ю.Д. Скобелеву, проводившего работы в 1974 г., это шеелитоносный штокверк кварцевых жил. Основной рудный минерал – шеелит, приурочен к участкам дробления в кварце, а также к зальбандам кварцевых жил с маломощной оторочкой мусковита. Из жильных минералов, кроме кварца, в незначительных количествах присутствуют турмалин, мусковит, кальцит, полевые шпаты, флюорит, иногда встречается апатит. Из рудных минералов, кроме шеелита, в различных количествах присутствуют галенит, сфалерит, бисмутит, пирит, тетрадимит, малахит, халькозин, борнит. Характер минерализации и морфологии рудных зон на глубине (до 150–200 м) по скважинам сохраняется. Содержание WO_3 в рудах – от следов до 0,56%. В контуре, по которому подсчитывались запасы, среднее содержание триоксида

вольфрама 0,24–0,25%; висмута – 0,1%; серебра – 10 г/т.

Вторым типом вольфрамовых руд, распространенным на ЮВ участке, являются минерализованные шеелитоносные песчаники и алевролиты. Здесь они образуют 4 линзы простиранием 330–340°, мощностью 0,2–2,4 м, длиной от 1 до 35 м, с содержанием триоксида вольфрама от следов до 0,98%. Песчаники окварцованы, биотитизированы, эпидотизированы, содержат мелкие (до 1 мм) зерна шеелита и вкрапленность сульфидов. Промышленное значение в минерализованных песчаниках и алевролитах имеет вольфрам, как в ЮВ, так и в СЗ части. Генезис месторождения гидротермальный плутоногенный. По мнению предшественников на глубоких горизонтах, в экзо- и эндоконтакте гранитов возможно выделение комплексного редкометалльного месторождения грейзенового типа.

Забалансовые запасы триоксида вольфрама категории $C_1 + C_2$ составляет 712 тонн (в том числе в линзах песчаников 48 тонн), молибдена – 93 тонны, висмута – 21 тонна. Прогнозные ресурсы категории P_1 по известным рудным телам до глубины 300 м оценены в 2863 т триоксида вольфрама и 237 т молибдена. Прогнозные ресурсы категории P_2 всей площади месторождения составляют 19800 т триоксида вольфрама и 2574 т молибдена.

Мульчихинское месторождение расположено в 30 км западнее с. Солонешное на левом склоне р. Мульчихи. Месторождение приурочено к краевой части Талицкого гранитного массива, сложенного в пределах рудного поля гранит-порфирами и аплитовидными гранитами, постепенно переходящими в биотитовые. Вскрыто 25 рудных зон перистого строения, приуроченных к широкой слабо выраженной тектонической зоне ССЗ простирания с крутым (65–80°) падением на СВ. Расстояние между отдельными субпараллельными кулисообразно расположенными зонами 10–80 м. Длина зон по простиранию от первых метров до 600 м. Мощность зон 1–10 м, средняя мощность в экономических контурах 1–2 м и более. В пределах зон под острым углом к направлению зоны размещаются довольно густо (через 20–30 см) кварцевые жилы мощностью 2–10 см (в центральных частях зон – до 0,3–0,8 м). Большинство выявленных зон дробления имеют дорудный возраст.

Мульчихинское месторождение является комплексным молибдено-вольфрамовым. Жильные рудовмещающие минералы: массивный, крупнозернистый

с жирным блеском кварц, темно-зеленый тонкошестоватый турмалин, полевой шпат, мусковит, реже биотит. Из рудных присутствуют вольфрамит, шеелит, молибденит, пирротин, арсенопирит, пирит, халькопирит, железистый сфалерит, реже галенит, висмутин, эмплектит, самородный висмут; супергенные – лимонит, повеллит, бисмутит, скородит, марказит, тунгстит и вольфрамовые охры.

Вольфрамит в рудных телах распределен неравномерно и образует гнездообразные скопления, приуроченные главным образом к центральным частям наиболее сильно минерализованных зон. Зерна вольфрамитов достигают размера по длинной оси до 15–18 см, а в поперечнике – 1,5–2 см (преобладающая длина кристаллов 1–5 см). Молибденит встречается во всех зонах, образуя небольшие гнезда или вкрапленность в кварце и около жильных грейзенах.

Содержание триоксида вольфрама в рудных зонах колеблется от 0,1 до 2–3 % (только 10 проб из 871 учтенных в подсчете запасов превышают 3,4 %). Молибден в рудах содержится в количестве от «следов» до 0,4–0,6 %, достигая 0,8–1,0 %.

Технологическая проба № 1 отобрана из карьера № 1 с глубины 8 м, имеет вес 1,5 т и исследована Новосибирским заводом № 2 Сибгередмета (1945–1946 гг.). Исходная руда состоит из грейзенизированных гранит-порфиров, содержащих оруденелые прожилки с вольфрамитом, молибденитом, шеелитом и молибденовыми охрами: триоксида вольфрама – 0,68 % (из них 10 % содержится в шеелите), молибдена – 0,27 %, кремнезема – 80,1 %. Обогащение заключалось в ручной сортировке руды, флотационной перемывке, отсадке. Запасы месторождения оцениваются по категориям В + С₁ – триоксида вольфрама – 1842,2 т при среднем содержании 0,35 %, молибдена – 473,3 т (0,10 %); по категориям С₂ – триоксида вольфрама – 430,3 т (0,23 %), молибдена – 85,6 т (0,05 %), прогнозные ресурсы триоксида вольфрама – 4000 т, молибдена – 1200 т.

В Ануйско-Песчанском рудном районе редкометальное оруденение связано с поздними фазами редкометальных лейкогранитов становления гранитоидов Белокурихинского, Осокинского массивов, Курановского штока и представлено Осиновским, Белокурихинским, Дмитриевским, Осокинским, Батунковским месторождениями и проявлениям Никольским.

Верхнебелокурихинское вольфрамовое месторождение находится в верховьях р. Б. Белокуриха. Месторождение приуро-

чено к Осиновско-Дмитриевской тектонической зоне и представлено одиннадцатью субширотными кварцевыми жилами среди полос грейзенизированных гранодиоритов, и мелкими субпараллельными, быстро выклинивающимися прожилками. По простиранию жилы прослежены от 10 до 340 м при мощности от 0,04 до 0,40 м, а с учетом сопровождающих жилы грейзенов до 2,25 м. Ведущим рудным минералом является вольфрамит, вокруг которого узкими каймами развивается шеелит. Из других рудных минералов присутствуют пирит, халькопирит; реже – галенит, сфалерит; из жильных – флюорит, серицит, редко турмалин. Аналогичная минерализация, но очень убогая, устанавливается и среди полос грейзенизированных пород, в которых, кроме того, установлены единичные зерна золота. Содержания, достаточно высокие, установлены в трех жилах: № 2, 8, 10.

Жила № 2 прослежена выработками на 370 м. Мощность жилы на этом интервале меняется от первых сантиметров до 30–40 см. Для жилы весьма характерно выклинивание, линзование и ветвление как по простиранию, так и по падению. Вольфрамовое оруденение характеризуется ярко выраженным гнездовым распределением. В кварце помимо вольфрамитов и шеелитов редко встречаются галенит, сфалерит, халькопирит, азурит и ковеллин. В жилах, и особенно в грейзеновых оторочках, постоянно присутствует окисленный пирит. На интервале 227 м средняя мощность жил, с учетом оруденелых грейзенов, составляет 0,40 м, среднее содержание триоксида вольфрама – 0,35 %. Химическим анализом жильного кварца с вкрапленностью пирита, флюорита и мелкошестоватой слюдки из канавы № 1060 установлено содержание золота 0,8 г/т; серебра 37,2 г/т; триоксида вольфрама 0,1 %.

Жила № 8 прослежена по простиранию на 170 м, имеет весьма непостоянную мощность, часто разветвляется и, по существу, представляет собой зону грейзенизированных гранодиоритов, в разной степени насыщенную кварцевыми прожилками. Мощность рудного тела составляет 0,66 м при содержании триоксида вольфрама 0,21 %.

Жила № 10 прослежена канавами на 190 м. Мощность жилы меняется от 0,03 м до 0,16 м, а мощность сопровождающих жилу грейзенов изменяется от 0,20 до 2,25 м. Содержание триоксида вольфрама по жильному кварцу колеблется от 0,03 до 5,48 %, а в грейзенах от 0,01 до 0,17 %. Кроме вольфрама в кварцевых жилах уста-

новлены следующие содержания химических элементов: молибдена 0,001–0,01 %; бериллия 0,001–0,01 %; свинца 0,1–0,63 %; цинка 0,1–0,81 %. В штуфных пробах из кварцевых жил с вкрапленностью вольфрамитов и лимонитов установлены промышленные концентрации вольфрама (0,1 – более 1 %), бериллия (0,001–0,1 %), золота (0,1–5 г/т) и повышенные концентрации серебра (до 15 г/т), а также лития до 0,015 %; мышьяк до 0,015 %. Максимальное содержание золота (5 г/т) в жиле № 10. Вмещающие гранодиориты неравномерно катаклазированы, грейзенизированы, осветлены. Содержат кварцевые прожилки, вкрапленность лимонитизированного пирита и флюорита.

Запасы триоксида вольфрама категории C_1 по трем описанным жилам составляют 63,3 т, при среднем содержании 0,24 %. Прогнозные ресурсы триоксида вольфра-

ма категории P_1 по 11 жилам составляют 6300 т, включая запасы категории C_1 .

Заключение

Таким образом, оруденение вольфрама в регионе представлено скарновым шеелитовым, жильным, штокверковым кварц-вольфрамитовым типами, а также стратиформным гидротермально-метасоматическим в карбонатных песчаниках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И., Гусев А.А. Шошонитовые гранитоиды Тигирекского массива Алтая: геохимия, петрология и рудоносность // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 2. – С. 40–44.
2. Гусев А.И., Гусев А.А. Шошонитовые гранитоиды Синюшинского массива Алтая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 14–18.
3. Гусев А.И. Постколлизийные гранитоиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. – Gamburgh: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 208 с.