

УДК 553.3/4.078

## ТИПИЗАЦИЯ ВОЛЬФРАМОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Гусев А.И.

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

Вольфрамовое оруденение в Республике Алтай относится к числу востребованных полезных ископаемых и представлено кварцево-грейзеновым молибден-вольфрамовым, грейзеновым флюорит-вольфрамитовым, штокверковым кварц-шеелитовым, уран-золото-редкометалльным и скарново-шеелитовым геолого-промышленными типами. Формирование вольфрамового оруденения протекало в герцинский и мезозойский геотектонические циклы. Оруденение связано пространственно и парагенетически связано с заключительными фазами лейкогранитов и гранитов анорогенного (А) типа. На Калгутинском месторождении присутствуют рудные дайки калгутитов и онгонитов. В рудах часто отмечается тесная ассоциация с молибденитом, сульфидами меди, железа и бериллом. Месторождения и проявления вольфрама сопровождаются геохимическими аномалиями вольфрама, молибдена, меди, бериллия.

**Ключевые слова:** вольфрамовое оруденение, руды, вольфрамит, гюбнерит, халькопирит, берилл, геохимические аномалии, гранитоиды, запасы

## TYPEZATION OF TUNGSTEN ORE MINERALIZATION OF REPUBLIC ALTAI

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

The tungsten ore mineralization in Republic Altai take to poste restante useful mineral resources and performance by quartz-greizen molibdenium-tungsten, greizen fluorite-wolframite, stockwork quartz-scheelite, uranium-gold-rare metallic and skarn-schelite geology-industrial types. Forming of tungsten ore mineralization happened in Hercynian and Mezozoic Orogeny cycles. Ore mineralization spacely and paragenetic connected with final phases granite and leucogranites anorogenic (A) type. Ore dikes of ongonite and kalgutite presence on the Kalgutinskoe deposit. The narrow association with molybdenite, sulphides of copper, iron and beryl. Deposits and manifestations of tungsten accompany by geochemical anomaly of tungsten, molybdenium, copper, beryllium.

**Keywords:** tungsten ore mineralization, ores, wolframite, huebnerite, chalcopyrite, beryl, geochemical anomaly, granitoids, assay value

Вольфрам широко распространён в Республике Алтай. Он сосредоточен на месторождениях: комплексном кварцево-грейзеновом молибден-вольфрамовом и медно-молибден-порфировом Калгутинском, грейзеновом флюорит-вольфрамитовом Южно-Калгутинском, штокверковом кварц-шеелитовом Урзарсайском. Кроме того, вольфрамовые руды присутствуют в проявлениях кварцево-штокверковом Гремящий Кар, Жумалинском, скарново-шеелитовом и грейзеновом Джулалинском. Вольфрамитовые руды известны на Калгазанском месторождении. Вольфрамовое оруденение формировалось в герцинскую и мезозойскую эпохи [1].

Калгазанское проявление формировалось в герцинскую эпоху и приурочено к области развития редкометалльных лейкогранитов 3 фазы турочакского комплекса ( $D_2$ ). Вольфрамовая минерализация реализована в Калгазанском проявлении одноимённого прогнозируемого рудного поля. Проявление находится на левобережье р. Калгазан в юго-восточной части Турочакского гранитного массива. Участок сложен лейкогранитами третьей фазы турочакского комплекса. Гранитоиды здесь насыщены мелкими телами пегматитов и рассеяны многочисленными дайками долеритов, гранит-порфиров турочакского и кызылташ-

ского комплексов и кварцевыми жилами. Дайковые образования являются секущими по отношению к полям грейзенизации и простираются в левобережье р. Калгазан довольно широко и образует три поля овальной формы длиной от 250 до 700 м и шириной от 100 до 300 м, вытянутых в субширотном и субмеридиональном направлениях. Среди грейзенизированных лейкогранитов залегают две кварцево-мусковитовые зоны линейных штокверков длиной 173 м со средними мощностями 1,4 и 1,32 м и средними содержаниями триоксида вольфрама 0,24 и 0,17 %. Кроме грейзенов на участке выявлены четыре кварцевые жилы восток-северо-восточного простирания длиной от 30 до 150 м и мощностью от 0,1 до 1,5 м. Среднее содержание  $WO_3$  по двум из них 0,96 %. Оруденение в грейзеновых телах и жилах не равномерное и представлено мелкой вкрапленностью и гнездами (до 3 см) вольфрамита и более редкими выделениями шеелита и пирита. Содержания молибдена достигают 0,05 %, висмута и цинка – 0,01 %. Проявление изучено канавами (206 м<sup>3</sup>) и шурфами (200 п.м). В западном направлении интенсивность грейзенизации падает и появляются участки эпидотизации и пропилитизации по гранитоидам. Запасы  $WO_3$  категории  $C_2$

в кварц-мусковитовых грейзеновых телах до глубины 40 м оценены в 98 т и в жиле № 1 – в 20 т. Согласно современным инструктивным указаниям оцененные запасы не отвечают этой категории. Проявление сопровождается площадным шлиховым ореолом вольфрамита (18 кв. км) с содержанием от 1 до 80 зёрен. К западу и юго-западу от вольфрамитового ореола развиты литохимические потоки молибдена. Рудогенерирующие гранитоиды классифицируются  $A_1$ -типом анорогенных образований, характеризующихся повышенным содержанием летучих, и в первую очередь HF. Высокая активность HF способствовала формированию грейзенов и вольфрамового оруденения. Месторождения последнего обычно формируются из слабо концентрированных, относительно фтористых флюидов.

Мезозойское вольфрамовое оруденение доминирует в регионе и воплощено в разнообразных геолого-промышленных типах.

*Калгутинское медно-молибден-вольфрамоворудное месторождение* совмещает в себе разновозрастное медно-молибден-порфировое и кварцево-грейзеновое вольфрамитовое оруденение. *Калгутинское медно-молибден-вольфрамоворудное месторождение* контролируется одноименным массивом гранитоидов гранит-лейкогранитового комплекса ( $J_1$ ). Двуслюдяные и мусковитовые граниты в Калгутинском массиве образуют мелкие тела с явными интрузивными контактами среди порфировидных биотитовых гранитов. В биотитовых порфировидных гранитах повышены в сравнении с двуслюдяными и мусковитовыми гранитами содержания минералов железа, циркона, апатита. В тоже время в них меньше флюорита и почти отсутствуют гранат и турмалин. С биотитовыми порфировидными гранитами, микрогранит-порфирами и гранит-порфирами связано медно-молибден-порфировое оруденение, а с дайками эльванов и онгонитов – кварцево-грейзеновое вольфрам-молибденовое. В результате функционирования полихронной МРМС сформировалось уникальное полихронное месторождение с образованием руд различного сочетания разновозрастных этапов оруденения в различных участках рудного поля с образованием зональности оруденения ранга рудного поля. Наиболее ранний этап минерализации отмечен в «Молибденовом штоке» (I разведочный участок), представляющим собой «слепое» трубообразное тело размерами от 80×100 до 120×100 м, прослеженное на глубину 310 м от поверхности на 2 участке штольнями № 18 (горизонт 2764 м), № 19 (2821 м) и № 20 (2878 м). В плане шток представ-

ляет сочетание конической жилы гранит-порфиров, центральная часть которой сложена турмалинитами. Местами отмечаются брекчии, представленные остроугольными обломками гранит-порфиров, сцементированных кварцем с турмалином и микроклином. По падению объём гранит-порфиров возрастает, а брекчий сокращается, что свидетельствует о верхнерудном уровне штока и значительной протяжённости молибденового штока по падению. Гранит-порфиры сложены кварц-полевошпатовым матриксом с редкими выделениями биотита и интрателлурическими вкрапленниками кварца и полевого шпата, пронизанные сетью кварцевых прожилков с богатым молибденит-халькопирит-пиритовым оруденением. Отдельные просечки размером до 0,3×20 см нацело сложены халькопиритом и молибденитом. Вкрапленная рудная минерализация представлена молибденитом (0,8%) в виде чешуек и пластинок размерами от 0,015×0,12 до 0,24×1,02 мм, образующих лучистые и веерообразные скопления, а также пиритом, халькопиритом, халькозином, вольфрамитом, гюбнеритом и ковеллином. Оруденение сопровождается кварц-биотит-калишпатовыми фельдшпатолитами, реже березитами.

Третий продуктивный этап представлен многочисленными сравнительно маломощными (0,1–0,5 м) рудными жилами кварц-вольфрамитового, кварц-молибденит-вольфрамитового, кварц-висмутин-молибденит-вольфрамитового состава с маломощными мусковитовыми оторочками и кварц-мусковит-полевошпатовыми грейзенами в эндоконтакте гранитного массива (I, II и IV разведочные участки Калгутинского месторождения), а также мощными жильно-грейзеновыми зонами в экзоконтакте массива во вмещающих туфах (III разведочный участок). Главным рудным минералом в кварцевых жилах является вольфрамит с содержанием гюбнеритового минала 61–94% и соотношениями  $Nb_2O_5/Ta_2O_5$  6–40. Температура гомогенизации газовой-жидких включений в кварце – 400–440°C. Кварцево-рудные жилы третьего этапа чаще всего секут дайки эльванов и онгонитов. Редки случаи с обратными взаимоотношениями (жилы секутся дайками). Следовательно, редкометалльные дайки онгонитов и эльванов имеют чётко выраженный «внутрирудный» характер.

Кварц-вольфрамитовый тип оруденения относится к четвёртому этапу и представлен 589 наиболее мощными (0,5–2 м) жилами кварца протяжённостью по простиранию от 20 до 330 м (средняя 106 м)

и от 16 до 210 м (средняя 47 м) по падению. Рудные жилы имеют доминирующее С–В простирание с крутыми падениями на С–З и Ю–В. Текстуры руд: гнездово-вкрапленная и вкрапленная. Главные рудные минералы: вольфрамит, молибденит, пирит. Реже встречаются висмутин, берилл, халькозин, халькопирит, блеклые руды. Второстепенные: шеелит, гематит, магнетит, пиролюзит. Из жильных минералов преобладает кварц нескольких генераций. Эпизодически отмечаются мусковит, турмалин, флюорит, лепидолит. Рудные жилы сопровождаются оторочками грейзенов мощностью от нескольких сантиметров до одного и более метра. Грейзены содержат прожилково-вкрапленную шеелит-вольфрамитовую минерализацию. Содержания триоксида вольфрама в жилах от 0,02 до 32% (среднее 1,85%), молибдена от 0,005 до 1,71% (среднее 0,327%), меди от 0,1 до 5% (среднее 0,57%), в грейзенах  $WO_3$  от 0,01 до 1,3% (среднее 1,76%), молибдена от 0,01 до 0,2% (среднее 0,05%), меди от 0,1 до 1% (среднее 0,88%). Вольфрамит этого типа оруденения характеризуется большими вариациями гюбнеритового минала – от 30,7 до 84,9% и незначительными вариациями величин отношений  $Nb_2O_5/Ta_2O_5$  – 6,2–16,4. Запасы подсчитаны по 103 жилам. Основное количество запасов триоксида вольфрама содержится в 17 жилах из 49 принятых на баланс. 70% запасов сосредоточено в жиле № 87 Второго разведочного участка. Запасы триоксида вольфрама кварц-вольфрамитового жильного типа составили 12,7 тыс. т (при содержаниях 1,85%), молибдена – 2,2 тыс. т (при средних содержаниях 0,327%), меди 3,9 тыс. т (при средних содержаниях 0,57%).

В рудном поле Джулалю распространено кварцево-жильное и кварцево-грейзеновое вольфрамовое оруденение. Наиболее представительным является *месторождение Джулалю*. Месторождение находится в правобережье среднего течения р. Джазатор в 5 км ниже устья р. Тангыт. Открыто в 1974 г. поисковыми работами, оценивалось канавами, бурением и штольной в 1977–1981 годах. Оно приурочено к небольшому (около 1–1,5 кв. км) Джулалинскому массиву грейзенизированных гранитов среди биотит-кордиеритовых роговиков. Выделены три типа оруденения:

1. Вольфрамит-шеелитовое вкрапленное в грейзенах, состоящих из кварца, полевого шпата и слюды. Грейзены гнездовые, линзо- и пластообразные, залегают среди грейзенизированных гранитов второй фазы гранитного комплекса. Содержание вольфрама достигает 5%, но в целом невысокое

0,1–0,5%. В окружающих грейзенизированных гранитах, слагающих значительные массы, содержания вольфрама от 0,01 до 0,05%, нередко до 0,1%. Минералогическим анализом грейзенизированных гранитов установлено присутствие шеелита до 700 г/т, в единичных зернах – вольфрамит, халькопирит, циркон, малакон, флюорит, магнетит.

2. Кварц-шеелит-вольфрамитовое гнездово-вкрапленное в прожилках и жилах кварца в роговиках. Мощность кварцевых жил до 0,5 м в раздувах, протяженность до первых сотен метров. В составе жил: вольфрамит, шеелит, халькопирит, пирит, кварц. Содержание вольфрама до 1%, распределение оруденения крайне неравномерное.

3. Кварц-шеелитовое рассеянно-вкрапленное штокверкоподобное в зонах дробления, окварцевания, эпидотизации в роговиках. Мощность измененных зон дробления 1–1,5 м, протяженность 100–200 м, простирание северо-западное, падение крутое. В составе пород минералогическим анализом установлено содержание шеелита до 80 зерен и более, а также турмалин, флюорит, борнит, халькопирит, ковеллин, халькозин, малахит, пирит, лимонит, единичные зерна золота и киновари. Кроме вольфрама, отмечены в пробах повышенные содержания бериллия (0,1–0,2%). Запасы месторождения оценены до 4400 т  $WO_3$ . Месторождение изучено слабо, поскольку большая часть его закрыта мощной мореной.

*Жумалинское месторождение* жильного и штокверкового типа с прожилково-вкрапленной минерализацией. Жилы №№ 1, 7, 18, 19, 20, 21, северо-восточного направления, кварц-гюбнеритовые, залегают в эндо- и экзоконтакте штока двуслюдяных гранитов. Прослежены до 600 м, мощность жил 0,08–0,3 м. Сопровождаются вольфрамит-кварцевыми штокверками и метасоматитами шириной до 300 м. Главный рудный минерал – вольфрамит, второстепенный – шеелит, образуют вкрапленность в прожилках, жилах кварца и грейзенизированных гранитах. Содержания триоксида вольфрама варьируют от 0,05 до 0,8% (среднее 0,25%). В 500 м севернее в пределах Жумалинского проявления выявлена зонка грейзенизации с шеелитовой минерализацией. Спектральный анализ проб показал содержание вольфрама – 0,1%. В 300 м на юг выявлен пункт минерализации, приуроченный к дайке аплита с вкрапленностью молибденита. Молибден – > 0,03%, ниобий – 0,004%. В 600 м на СВ обнаружена кварц-вольфрамитовая жила, сопровождаемая прожилками кварца с вкрапленностью вольфрамита и шеелита.



В 800 м на ЮВ две кварц-гюбнеритовые жилы. Вольфрам – 0,1 и 0,07%. В 1,2 км на ЮВ встречен жильный кварц с молибденитом. Элювий. Вольфрам – 0,1%, молибден – 0,01%, висмут – 0,003%. Делювиальные обломки грейзенов с флюоритом, молибденитом, пиритом. Спектральным анализом определены: вольфрам – 0,1%, висмут – 0,3%, бериллий – 0,001%, литий – 0,02%, золото – 0,01 г/т.

*Урзарсайское месторождение* находится в среднем течении реки Чаган-Бургазы по правому ее притоку Урзарсай. Район месторождения сложен метаморфизованными песчано-сланцевыми отложениями ордовика, осадочными породами силура и эффузивно-осадочными образованиями нижнего и среднего девона, прорванными дайками долеритов, долеритовых порфириров, альбитофириров, и микрогранит-порфириров. На месторождении установлены 4 генерации шеелита, причём основная его масса связана с кварц-полевошпатовыми прожилками 3 стадии. Рудный штокверк распространяется на значительной площади и вскрыт единичными скважинами на глубину 200–470 м. По составу руды являются комплексным, так как кроме шеелитовой минерализации на западном фланге прослежены зоны свинцово-серебряного оруденения. Локализуется в кварцево-хлоритовых сланцах верхнего кембрия. Шеелит в виде мелкой вкрапленности наблюдается в многочисленных кварцевых, кварцево-полевошпатовых и кварцево-кальцитовых прожилках, приуроченных к зонам дробления СЗ и СВ простирания. Месторождение штокверкового типа. Общая площадь распространения штокверковых руд 1,5 кв. км. Концентрация шеелита на площади рудного поля неравномерна. В восточной части рудного участка выделяется более богатый участок площадью 0,23 кв. км с промышленным содержанием шеелита (0,1–0,4%) (среднее 0,32%). В ряде мест содержание его увеличивается до 0,5–0,64%. К западу от шеелитового месторождения прослеживается 26 зон серебряно-свинцового оруденения СЗ (340–350°) простирания. Мощность зон 0,5–2,5 м. Средняя мощность рудных тел (в пределах зон с промышленным содержанием) 0,46 м. Разведанная длина рудных тел 2 км, ширина 0,5 км, глубина 40 м. Общая прослеженная длина рудных зон 8 км, ширина 0,5–0,8 км, среднее содержание свинца 4,5%, среднее содержание серебра 300 г/т. Общие запасы свинца 10 000 т, серебра 30 т. Рудные минералы представлены галенитом, халькопиритом, церусситом и вульфенитом. Проявление шеелитовой и серебряно-свинцовой минерализации, вероятно, связано

с гидротермальной деятельностью глубинного интрузивного тела, еще не вскрытого эрозией. Проводником глубинных рудных растворов, по-видимому, служила зона меридионального Чаган-Бургазинского разлома, сопровождаемая комплексом даек и штокверковыми рудами. В настоящее время месторождение недоразведано. Запасы категорий  $C_1 + C_2$  составляют (тыс. т): триоксид вольфрама – 94,4, молибдена – 1,01, оксида бериллия – 2,53. На «Госбалансе, 1998» по Урзарсайскому участку числились 75 тыс. т триоксида вольфрама категории  $P_2$ .

*Карагемское скарново-шеелитовое проявление.* Этот тип вольфрамового оруденения был выявлен в 1952 г. Карагемский шеелитоносный участок расположен в пределах рудного поля Карагемского кобальтового месторождения на правом берегу р. Карагем в междуречье Чибита и Басычарека (правые притоки р. Карагем). Признаки шеелитоносности отмечаются на значительной площади. Наиболее детально изучен участок, расположенный между р. Басычарек и соседним с ним к востоку. На этом участке среди роговиков экзоконтактовой зоны Иедыгемского гранитного массива, залегает шеелитоносный пласт скарнированных известняков мощностью 6 метров и протяженностью 45 м. Прослой имеет субширотное простирание (Ю–З 250°) и падает на С–З под углом 45–50°. Породы в пределах участка разбиты системой трещин северо-восточного и северо-западного простирания. Люминесцентным способом в штучных пробах, отобранных из всех разновидностей пород пласта, устанавливается шеелитовая минерализация. Однако по данным химического анализа этих проб содержание трехоксида вольфрама в них не превышает 0,01%. В 10 м к югу от описанного горизонта встречен и вскрыт расчисткой магнетитовый скарн мощностью у поверхности 2,5 м и протяженностью 7 м. По падению мощность скарнового тела несколько увеличивается. Химический анализ 13 проб, отобранных на этом участке, устанавливает следующие содержания полезных компонентов: триоксида вольфрама 0,025–6,0%, среднее – 2,47%; молибден 0,01–0,25%, среднее – 0,1%; висмут 0,01–0,5%, среднее – 0,18%; медь 0,03–12,24, среднее – 4,57%. В 300 м к запад-юго-западу от этого участка выявлен горизонт скарнированных роговиков протяженностью 63 м и средней мощностью 2 м. По данным химических анализов содержание вольфрама в пересчете на трехокись в этих породах колеблется от следов до 0,09%. Кроме того, в 88% образцах штучных проб, отобранных в зоне экзоконтакта Иедыгемского массива в меж-

дуречьи Басычарека и Чибита люминесцентным способом устанавливается присутствие шеелита, химическим анализом в них устанавливается содержание вольфрама от следов до 0,07%, а в трех из них достигает 0,25–0,52%. Значительные содержания вольфрама устанавливается в скарпах северного и южного контактов восточного окончания Иедыгемского массива, а также на западном фланге Центрального участка. Помимо описанных коренных рудопоявлений, редкометалльная минерализация улавливается также шлиховым опробованием. В шлихах встречаются шеелит, вольфрамит и молибденит. Шеелит является наиболее распространенным минералом и в небольших количествах отмечается на всей территории характеризуемого района. Повышенные содержания шеелита отмечаются в районе Карагемского месторождения (от десятков и сотен зерен в шлихе до 23% немагнитной фракции). За пределами Карагемского рудного поля отмечаются повышенные содержания шеелита (до 170 зерен и до 5% немагнитной фракции) в правом истоке р. Карагем и в нижнем течении р. Чибит (правый приток Карагема), а также в нижнем течении р. Карагем (до 100 зерен) и по реке Правый Кара-Айры.

*Уран-золото-редкометалльный тип оруденения* распространён ограниченно в пределах прогнозируемого Тархатинского серебро-золотрудного узла, где на многих проявлениях совмещено оруденение урана, золота и редких металлов. Наиболее изучено перспективное проявление *Елангаш-1*, расположенное в верховьях р. Елангаш в 3 км южнее уч. Нижний Елангаш. Участок сложен монотонными, частично ороговикованными, хлоритизированными песчаниками и алевролитами катунской свиты кембрия. Вольфрамовые проявления расположены в непосредственной близости от даек гранит-порфиров и диоритов. Рудопоявления вольфрама установлены

в кварцевых жилах, кварцевых штокверках и зонах дробления. Преобладающая ориентировка жил – субмеридиональные и субширотные, большинство приурочено к горизонтам песчаников. Мощность жил от нескольких см до 0,3–0,6 м, протяженность от 1 до 15 м. Шеелитовая минерализация отмечается в единичных жилах часто в ассоциации с халькопиритом и полевым шпатом, иногда со скаполитом, располагаясь в виде мелких и мельчайших вкраплений, нитевидных коротких прожилков. По данным штучного опробования содержание вольфрама в жилах достигает 0,1–1%. Золоторудная минерализация парагенетически связана с проявлениями настурана в карбонатных жилах. В почках настурана размером до 10 см видна тонкая вкрапленность золота размерами до 2 мм. Рудоносные жилы почти все сконцентрированы со стороны лежачего бока дайки диоритов. Содержания золота в пробах варьирует от 0,001 до 10 г/т. Максимальное содержание приурочено к зоне дробления и окварцевания с вкрапленностью халькопирита и шеелита мощностью 1 м.

Таким образом, вольфрамовое оруденение в Республике Алтай было сформировано, в основном, в мезозойском этапе. И лишь одно мелкое месторождение (Калгазанское) по запасам образовалось в герцинский этап тектогенеза. Преобладающими геолого-промышленными типами являются кварцево-грейзеновый вольфрамитовый и кварцево-штокверковый шеелитовый. Единичный объект скарно-шеелитового типа представлен Карагемским проявлением. Уран-золото-редкометалльный тип оруденения представлен проявлением Елангаш –1.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: БПГУ, 2010. – 382 с.
2. Гусев А.И., Семенов Б.Г. // Руды и металлы. – 2005. – №4. – С. 27–32.