

Геохимические особенности апогранитоидного вольфрамового оруденения (на примере нижнего яруса месторождения Яхтон)

М.Н.ЖУРАЕВ (Ташкентский Государственный Технический Университет имени Ислама Каримова; 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, д. 2),
Т.Н.ТУРАЕВ (Государственное Предприятие «Южно-Узбекистанская ГСПЭ»; 181300, Кашкадарьинская обл., г. Шахрисабз, ул. Ипак йули, д. 9),
Б.У.МУХАММАДИЕВ (Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбек; 100174, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, д. 4)

Охарактеризован новый для Чакылкалян-Каратюбинского горнорудного района тип вольфрамового оруденения, основными признаками которого являются: алюмосиликатный (гранитоидный) субстрат, по которому формируются кремнещелочные рудоносные метасоматиты; существенный привнос в околорудное пространство Ca, Si, Mg и Fe; полистадийный и дискретный характер рудного процесса; сложно построенное ореольное поле рудогенных элементов.

Ключевые слова: вольфрамовое оруденение, месторождения, Зарафшано-Алайский, золото, Каратюбе-Чакылкалянский рудный район, Яхтон, алюмосиликатные породы, метасоматиты, кварцевые диориты, рудоконтролирующие структуры, дробления, катаклаз, дайки, Южный Гиссар, апогранитоидное, мегаблок, первичный ореол, рудогенный элемент, шеелит, минерал.

Жураев Мехрож Нуриллаевич
Тураев Турсун Нормуродович
Мухаммадиев Байрамали Уйгун угли



j.mexroj@yandex.ru
T.Turaev@ehat.uz
svatic123@gmail.com

Geochemical peculiarities of apogranitoid tungsten mineralization (example from the lower tier of Yakhton field)

M.N.JURAEV (Tashkent State Technical University),
T.N.TURAEV (State Enterprise «South Uzbekistan Geologic expedition of describing, searching»),
B.U.MUKHAMMADIEV (National University of Uzbekistan)

The article describes new types of tungsten mineralization for the Chakylkalyan-Karatube mining region, its main features are: aluminosilicate (granitoid) substrate along which silicon-alkaline ore-bearing metasomatites are formed; significant addition of Ca, Si, Mg and Fe to the wallrock space; polystage and discrete nature of the ore process; a complexly constructed halo of ore-bearing elements.

Key words: tungsten mineralization, deposits, Zarafshan-Alai, Karatyube-Chakylkalyan ore region, Yakhton, aluminosilicate rocks, metasomatites, quartz diorites, ore control structures, crushing, cataclasis, dikes, Southern Gissar, Apogranitoid, megablock, primary halo, ore-bearing element, scheelite, mineral.

Месторождение Яхтон расположено в приводораздельной части хр. Чакылкалян в пределах одноимённого мегаблока, являющегося западным фрагментом Зарафшано-Алайской структурно-формационной зоны. Административно принадлежит Ургутскому району Самаркандской области. Месторождение открыто С.Н.Попенко и А.А.Конюком в 1946 г. Поисково-разведочные работы проводили В.М.Бирюков (1947–1950 гг.) и Р.В.Цой (1962–1964 гг.), планомерная разведка и подсчёт запасов осуществлены Е.А.Румянцевым, Г.Г.Побединским, Р.В.Цоем, М.П.Гузановым (1968–1976 гг.) [5].

Вольфрамовое оруденение на месторождении приурочено к экзо-, эндоконтактной зоне штокообразного интрузивного тела. Долгие годы месторождение Яхтон считалось классическим одноярусным представителем скарново-шеелитовой формации с формированием вольфрамового оруденения в контурах известковых скарнов контактового, межпластового, штокверкового и секущего морфотипов, образованным по разнообразным вулканогенно-терригенно-карбонатным породам рамы Яхтонского интрузива [1].

В последние годы сотрудниками ГП «Южно-Узбекистанская ГСПЭ» Госкомгеологии РУЗ выявлено

вольфрамовое оруденение в нижнем ярусе месторождения, представленном породами яхтонского кварцево-диорит-гранодиоритового коллизионного C_3 комплекса.

Образование данного комплекса происходило в следующей хронологической последовательности: мелкозернистые слабопорфировидные пироксен-амфибол-биотитовые и биотит-амфиболовые кварцевые диориты и кварцевые сиенито-диориты; мелко-среднезернистые порфировидные биотит-амфиболовые (мезократовые) гранодиориты (главная интрузивная фаза); мелко- и среднезернистые порфировидные амфибол-биотитовые (лейкократовые) гранодиориты; жильные породы первого этапа: граниты, аплит-граниты, аплиты, пегматиты; жильные породы второго этапа: диоритовые порфиры, гранодиорит-порфиры, гранит-порфиры [2].

Кварцевые диориты и сиенито-диориты встречаются в виде ксенолитов, реже – небольших самостоятельных тел. Мезократовые и лейкократовые гранодиориты имеют относительно схожий минеральный состав.

Петрохимические особенности комплекса заключаются в пониженной кислотности главных типов пород, умеренной железистости (обычно не выше 60%), натри-калиевом подтипе щелочности в большинстве массивов.

Характерно, что мелано- и мезократовые породы яхтонского комплекса на основе количественных минеральных соотношений определяются как существенно плагиоклазовые гранитоиды, но обладают повышенным содержанием калия, фиксируемого в обильном биотите.

Комплекс немагнитный. Содержание (в г/т): Rb – 100–150, Sr – 670–790, Σ PЗЭ – 170–260. Нижняя возрастная граница комплекса фиксируется средневерхнекаменноугольными отложениями маргузорской свиты, верхняя – дайками микрошонкинитов и вогезитов пермо-триасового алмалысайского комплекса. Радиологические данные – 268–309 млн. лет (определения по биотиту и амфиболу, K-Ar метод, ФГБУ «ВСЕГЕИ»). Учитывая, что в некоторых массивах заметны следы смятия (участие в складчатости), незатронувшего позднекаменноугольные интрузивы Зарафшано-Туркестанского сегмента, возраст яхтонского комплекса принимается как соответствующий началу верхнего карбона.

Комплексы регионального распространения включают сложностроенный алмалысайский габбро-монцит-сиенитовый и южно-тяньшанский комплекс даек субщелочных габброидов и лампрофиров.

Дайки алмалысайского комплекса (пермь–триас) встречаются как в пределах Яхтонского рудного поля, так и на сопредельных площадях. Простираются преимущественно северо-восточное, редко северо-западное, единичные дайки широтного направления. Падение крутое (65°–80°). Мощность варьирует от 0,2 до 3 м, протяжённость до 3 км. Дайки алмалысайского

комплекса секут весь домезозойский разрез, все гранитоидные комплексы и во многих случаях пересекают шарьяжные структуры.

Петрохимическими особенностями комплекса являются недонасыщенность пород SiO_2 и Al_2O_3 и повышенная щелочность при ведущей роли калия. Общая железистость нарастает от 48% в ранних подразделениях до 76% в поздних. Для пород комплекса характерны повышенные содержания рубидия, фтора, бора, ванадия и хрома. Тип акцессорной минерализации апатит-магнетитовый (с флюоритом).

Возраст комплекса определяется следующими соотношениями: его породы прорывают позднекаменноугольные гранитоиды гиссарского и каратюбе-зирабулакского комплексов и пермские субвулканические риолит-порфиры Яккабагских гор. Данные абсолютного возраста (231–247 млн. лет, K-Ar метод, биотит, ФГБУ «ВСЕГЕИ») не противоречат представлению о пермо-триасовом возрасте комплекса.

Южно-тяньшанский комплекс даек субщелочных габброидов и лампрофиров (T_2 – T_3 jut) как комплекс даек и трубок взрыва регионального распространения выделен И.В.Мушкиным (1977). На изучаемой территории комплекс представлен редкими дайками, описанными как эссексит-диабазы, камптониты, кампто-долериты и мончикиты.

Мончикиты и камптониты обладают сходным составом, главным образом различаясь особенностями структуры (тонкозернистой в камптонитах и стекловатой в мончикитах, офитовой в эссексит-диабазы). Во вкрапленниках мончикитов присутствует оливин, часто замещённый хлорит-серпентином, базальгическая роговая обманка и титан-авгит. В камптонитах во вкрапленниках оливин и титан-авгит, основная масса сложена лабрадором, титан-авгитом и баркевекитом. Структура породы микропорфировая, гломеропорфировая, основной массы – интерсертальная.

Для пород комплекса характерны недонасыщенность SiO_2 и пониженная общая железистость, сочетающиеся с повышенной щелочностью. Породы комплекса несут повышенные (относительно кларков) содержания **Pb**, **Sn**, **Cr**, **Ni**, иногда **Hg**.

Комплекс является наиболее поздним магматическим таксоном района, прорывая все его палеозойские подразделения. Данные по измерению абсолютного возраста в Южном Гиссаре характеризуют интервал времени 223–245 млн. лет, что не противоречит представлению о средне-, верхнетриасовом возрасте, геологически обоснованном на территории Республики Таджикистан.

Апогранитоидное вольфрамовое оруденение северной части Чакылкалянского мегаблока (рис. 1) контролируется поздней (по отношению к продуктивному на скарны яхтонскому интрузивному комплексу) тектонической зоной северо-восточного простираения. Структура выражена линейными зонами брекчирования и

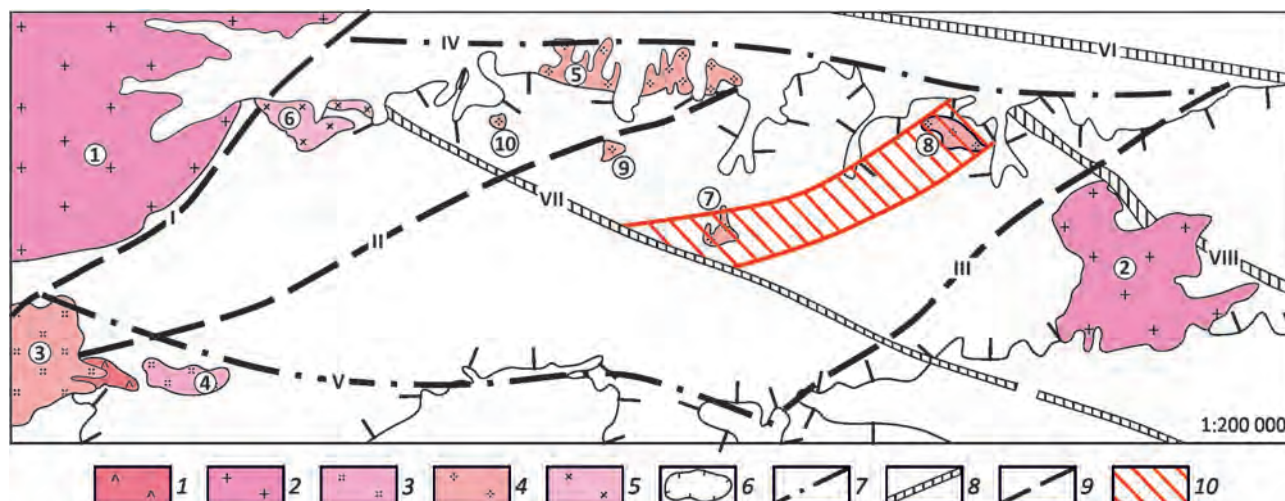


Рис. 1. Основные элементы тектонического строения Чакылкалянского мегаблока:

позднепалеозойские интрузивные комплексы: 1 – габбро-диоритовый, 2 – адамеллит-гранитовый, 3 – калиевых гранитов, 4 – кварц-диорит-гранодиоритовый, 5 – двуслюдяных гранитов; 6 – контур обнажённого палеозоя; 7 – субширотные активизированные в Pz–Mz глубинные разломы: VI – Северо-Чакылкалянский, V – Кашкадарьинский; 8 – палеозойские конседиментационные разломы: первого порядка: VI – Зарафшанский, второго порядка: VII – Центрально-Чакылкалянский, VIII – Чаштепа-Тангисайский; 9 – северо-восточные разломы: первого порядка: I – Гузаро-Джизакской, второго порядка: II – Кырктауский, III – Турпаклинский; 10 – Чаштепа-Яхтонская тектонически-ослабленная зона; интрузивы и их номера: 1 – Каратюбинский, 2 – Акбайджуманский, 3 – Гурмакский, 4 – Кызылтурукский, 5 – Ургутский, 6 – Зинакский, 7 – Яхтонский, 8 – Чаштепинский, 9 – Камангаранский, 10 – Ходжадыкский

катаклаза, субпараллельными зонами мелкой трещиноватости, дайками гранодиорит-порфиров, диоритовых порфиров и лампрофиров, линейными дайкообразными апофизами гранодиоритов, кварцевыми и пегматитовыми жилами, цепочками аномалий поляризуемости и геохимических ореолов типоморфных элементов вольфрамового оруденения.

Постколлизийная рудоподводящая деформационная структура (Чаштепа-Яхтонская тектонически ослабленная зона) северо-восточного простирания пересекает весь домезозойский разрез, все верхнепалеозойские гранитоидные комплексы, во многих случаях пересекает надвиго-шарьяжные структуры и контролирует положение двух рудных полей: Яхтонского и расположенного в 10 км к северо-востоку от него Чаштепинского (см. рис. 1).

На Яхтонском рудном поле зоны разрывных нарушений субмеридионального простирания формируют 2 рудоконтролирующие структуры, названные «Рудным» и «Западным» разломами (рис. 2), представленными системами сколовых трещин с отдельными швами дробления и катаклаза.

Вольфраморудные тела нижнего яруса месторождения Яхтон размещаются в зонах поликомпонентных метасоматитов, сформированных по гранодиоритам.

Рудные тела имеют в основном лентовидную форму при средних мощностях 4–5 м. По простиранию они

прослежены на сотни метров. Главный промышленный компонент руд – вольфрам (средние содержания в рядовых рудах 0,3–0,5%, в богатых 1,5–2,0%). Потенциальный интерес могут представлять (в г/т): **Au** до 3–4 (в отдельных пробах), **Mo** до 500–800, **Ag** до 115.

Основной минерал вольфрама – шеелит – представлен двумя генерациями: ранней, ассоциирующей с молибденитом и золотом, образующим рассеянную вкрапленность (с отдельными зёрнами размером 2–3 мм) и гнёзда (размером до 1 см в поперечнике) и поздней, для которой характерна ассоциация с сульфосолями (возможно образованная в процессе телескопирования различных минеральных ассоциаций), а также прожилковая форма обособлений (при мощности прожилков от нитевидных до 3 мм).

Для шеелита ранней генерации характерна ярко-голубая люминесценция, для шеелита поздней – голубовато- и желтовато-белая.

В пределах рудоносных зон шеелитовая минерализация сопровождается широко проявленными пирит-арсенопиритовой, сульфосольной (с сочетанием в ней сурьмяно-серебряных и свинцово-сурьмяных сульфосолей) минеральными ассоциациями, а также приуроченной к узким линейным зонам рассеянной молибденитовой и локально проявленной свинцово-цинковой минеральными ассоциациями. Важная особенность рудоносных зон – наличие в них тонких прожилков

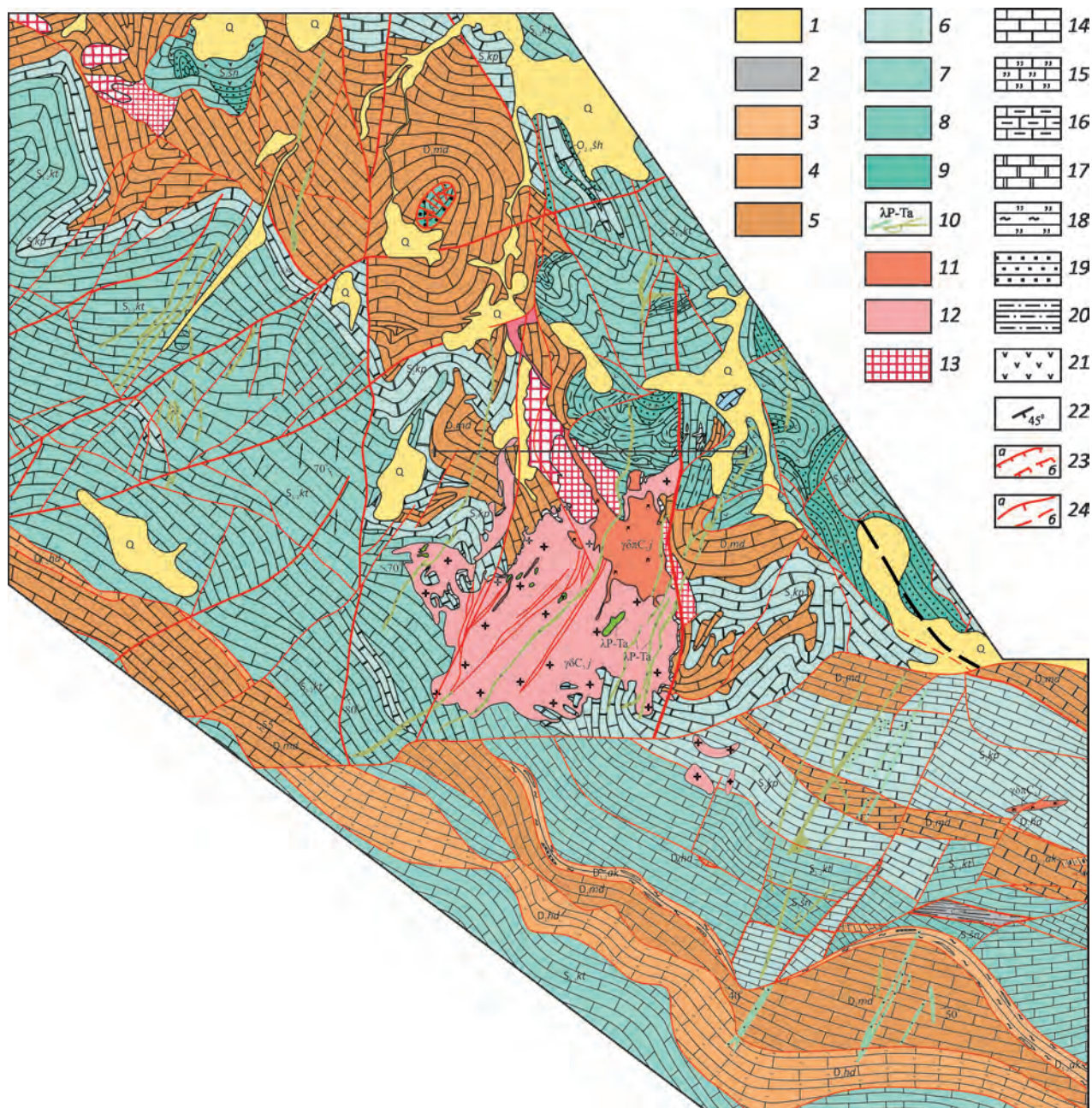


Рис. 2. Геологическая карта Яхтонского рудного поля:

1 – четвертичные отложения нерасчленённые (Q); 2 – каменноугольная система: средний–верхний отделы нерасчленённые, маргузарская свита ($C_{2-3}mr$); 3–5 – девонская система: 3 – нижний–средний отделы, акбайская свита (D_1ak), нижний отдел: 4 – ходжакурганская (D_1hd) и 5 – мадмонская (D_1md) свиты; 6–8 – силурийская система: 6 – верхний отдел, купрукская свита (S_2kp), 7 – нижний–верхний отделы, кутуракская свита ($S_{1-2}kt$), 8 – нижний отдел, шингская свита (S_1sn); 9 – ордовикская система, средний–верхний отделы, шахриомонская свита ($O_{2-3}sn$); 10 – Алмалисайский габбро-монзонит-сиенитовый комплекс (ЛР–Та); 11 – Яхтонский кварцево-диорит-гранодиоритовый комплекс ($\gamma\delta C_3j$); 12 – гранодиориты биотит-амфиболовые порфировидные мелко-, среднезернистые ($\gamma\delta C_3j$); 13 – минерализованные брекчи интенсивно скарнированные; 14 – известняки; 15 – известняки-кремнистые; 16 – мергели известковые; 17 – доломиты; 18 – сланцы окремнённые; 19 – песчаники; 20 – роговики слюдино-кварц-полевошпатового состава; 21 – андезиты; 22 – элементы залегания пород; 23 – надвиги, взбросо-надвиги: а – прослеженные, б – предполагаемые; 24 – взбросы, сбросы: а – прослеженные, б – предполагаемые

коричневато-чёрного смолоподобного углистого вещества (типа антраколита), выполняющих микротрещины и межзерновое пространство и, по-видимому, фиксирующих в околорудном пространстве привнос ювенильного углерода.

Золотопродуктивная минеральная ассоциация в настоящее время однозначно не определена. Предположительно, золото двух генераций: раннее, ассоциирующее с молибденитом, и позднее – с сульфосолями [4].

В роли индикаторов минералообразующего процесса выступают селен и теллур, образующие изоморфную примесь в широком спектре рудных минералов.

Основными породами, вмещающими вольфрамовое оруденение в нижнем ярусе месторождения Яхтон, являются неравномерно-среднезернистые порфиридные биотит-амфиболовые гранодиориты главной интрузивной фазы.

Процесс формирования околорудного пространства состоял из двух последовательных этапов. На первом вмещающие оруденение гранодиориты были подвержены кислотному выщелачиванию, которое сменилось щелочным метасоматозом. Основные породообразующие минералы гранодиоритов претерпели изменения, что привело к выносу из околорудного пространства ряда петрогенных элементов.

Роговая обманка в рудовмещающих гранодиоритах образует в основном таблитчатые, ромбовидные и мелкогнездовые сростания, сохраняясь лишь в отдельных местах. В основном она нацело замещена хлоритом с лейкоксеном, а в некоторых гнездах чётко проявлена её эпидотизация, сопровождаемая микрозернистыми скоплениями лейкоксена и цоизита.

Плагиоклаз в исходной породе образует таблитчатые и изометричные сечения призматических (иногда полизональных) кристаллов 0,5–1,5 мм по длинной оси. В процессе кислотного выщелачивания плагиоклаз интенсивно пелитизирован и пятнисто серицитизирован. Однако процесс выщелачивания развит крайне неравномерно. В отдельных зёрнах серицит составляет на их площадях до 40–45%. В тоже время многие другие его зёрна остались при этом совершенно чистыми [3]. Биотит исходных пород интенсивно замещается хлоритом с мусковитом и лейкоксеном.

Завершающим этапом кислотного выщелачивания в сформированных кремнекислых метасоматитах явилось отложение магнетита и сульфидов (арсенопирита, пирита и пирротина). В процессе щелочного метасоматоза большинство зёрен плагиоклаза замещены облачно-пятнистыми скоплениями несдвойникового мелкозернистого альбита, среди которого распространены микрореликты интенсивно серицитизированного первичного плагиоклаза, реже у некоторых кристаллозёрен плагиоклаза наблюдается кайма альбита. Порфиридные зёрна плагиоклаза почти нацело замещены микрозернистым кальцитом с мелкими пятнистыми выделениями альбита. Иногда кристаллы плагиоклаза

и роговой обманки полностью псевдоморфно замещены кальцитом.

Метасоматический кварц образует обычно изометричные зёрна не крупнее 0,5 мм, часто группирующиеся в мелкие гнезда, а также выполняет совместно с калиевым полевым шпатом и редкими зёрнами хлорита по биотиту интерстиции между зёрнами плагиоклаза и роговой обманки. В других участках преобладает кварц с тремолитом, хлоритом и сфеном.

Отдельные участки метасоматитов сложены мелкозернистым кальцитом почти в чистом виде.

Результатом интегрального кремнещелочного метасоматоза явились породы, представленные остаточной матрицей исходных гранодиоритов, состоящей из первичного кварца, альбитизированного (иногда и нацело соссюритизированного) плагиоклаза и реликтов роговой обманки, нацело замещённой хлоритом с лейкоксеном и новообразованными минералами, образующими различные сочетания, основой которых являются метасоматические кварц и кальцит, при широком участии калиевого полевого шпата и альбита и локально проявленных эпидота, тремолита, моноклинного пироксена, сфена и апатита.

Описанная модель формирования околорудного пространства чётко вписывается в характер и динамику поведения в нём основных петрогенных элементов. В процессе предрудного метасоматоза формируется устойчивый тренд на вынос **Na, Al, P** и привнос **K, Ca, Si** при переменной динамике поведения **Mg** и **Fe**. В минерализованных зонах, содержащих вольфраморудные тела, тенденция выноса **Na** и **P** усиливается при сохранении уровня выноса **Al**, и наблюдается существенный привнос **Ca, Si, Mg, Fe**. Следует обратить внимание на вынос **K** из минерализованных зон по отношению к вмещающим их околорудным метасоматитам (табл. 1).

Полистадийный и дискретный характер рудного процесса с телескопированием в околорудном пространстве шеелитовой, пирит-арсенопиритовой, сульфосольной, свинцово-цинковой и молибденитовой минерализаций формирует сложно построенное общее ореольное поле рудогенных элементов, имеющее внутреннюю линейную неоднородность.

На первом этапе изучения вольфрамового оруденения нижнего яруса месторождения Яхтон околорудное пространство можно условно разделить на 5 зон, характеризующихся различными кларками концентрации (КК) вольфрама и различным поведением основных рудогенных элементов.

В целом для всей зоны характерны сверхфоновые содержания **W, Au, Bi, Mo, Ag, Sb, As, Se, Te, Ba** (привнесённые в околорудное пространство на предрудной стадии): близфоновые – **Pb, Sn, Cu, Zn, Cd, Mn, U, B**, нижефоновые – **Li, Be, Zr, Nb, V, Co, Ni, Ti** и Σ P3Э.

Минерализованная зона, содержащая промышленные вольфраморудные тела (с КК $W > 50$), характеризуется существенным привносом **W, Bi, Ag, Sb, As, Cu**,

1. Модель формирования околорудного пространства и динамика поведения в нём основных петрогенных элементов. Составлена по данным полевых метериалов

Зоны в околорудном пространстве	Элементы, г/т						
	Na	Mg	Al	P	K	Ca	Fe
1. Условно фоновые гранодиориты	22 799	8860	64 827	968	33 904	32 531	28 899
2. Внешняя	20 804	9284	62 917	932	33 637	38 910	28 745
3. Удалённая околорудная	18 775	9633	57 827	668	31 635	42 617	27 593
4. Ближняя околорудная	18 735	11 862	64 675	694	30 201	54 713	33 697
5. Рудно-минерализованная	15 420	15 740	57 187	627	22 071	82 182	43 705
Кларк элементов в гранодиоритах	27 800	11 000	86 000	1100	25 200	24 000	33 000

умеренным привносом **Mo, Pb, Se, Te, Mn, Co**, нейтральным поведением **Sn, Zn, Be, Zr, Cd, Ni, Mn, U, B, Cr** и выносом **Li, Ba, Nb, V**.

Для вольфрамового оруденения нижнего яруса месторождения Яхтон обобщённый ряд относительной интенсивности имеет вид **Bi-Te-W-Au-Sb-As-Ag-Se-Mo-Sn-Cu-Be-U-Cd-Cr-B-Ba-Co-Mn**. Первые 9 элементов рассматриваются как типоморфный геохимический комплекс объекта.

Для оконтуривания зон рудолокализации в околорудном пространстве нижнего яруса месторождения Яхтон был рассчитан ряд коэффициентов интенсивности (нормированное по фону отношение главных рудообразующих элементов к элементам локального выноса). Наибольшими разрешающими способностями для выделения продуктивных уровней вольфрамового оруденения обладает $K_i = W \times Bi \times Te / V \times Nb \times Ni$, увеличивающийся на 5–7 порядков от условно неизменённых гранодиоритов к минерализованным зонам, вмещающим вольфрамоворудные тела (табл. 2). Достаточно точно указанный K_i оконтуривает и ближние околорудные зоны диапазоном значений в 3–5 порядков.

Нормированные через фон: $K_{i-1} = W/V$; $K_{i-2} = Bi/Nb$; $K_{i-3} = Te/Ni$; $K_{i-4} = W \times Bi \times Te / V \times Nb \times Ni$.

Дополнительно были рассчитаны мультипликативные коэффициенты, фиксирующие пространственное

положение золотопродуктивных и сульфосольных минеральных ассоциаций.

$Au \times Bi$ – геохимический индикатор золотопродуктивных минеральных ассоциаций, значения которого $0,5-5 \times 10^4$ фиксируют субфоновые области околорудного пространства; $1,4 \times 10^5-6,7 \times 10^6$ – локальные поля перераспределения; $1,2-6,8 \times 10^7$ – зоны минерализации с повышенными содержаниями золота (0,1–4,0 г/т).

$Ag \times Sb \times Pb$ – геохимический индикатор сульфосольных минеральных ассоциаций, диапазон значений которого $2,2 \times 10^6-1,4 \times 10^8$ имеет повышенную частоту встречаемости в зонах минерализованных метасоматитов с разнообразными сульфосолями; $2-6,2 \times 10^5$ – в зонах с рассеянной сульфосольной минерализацией; $2-9 \times 10^2-1,1-2,5 \times 10^4$ – в практически не минерализованных метасоматитах с реликтовыми структурами материнских гранодиоритов.

Распределение первичных ореолов основных рудогенных элементов иллюстрируется на примере разреза, представляющего центральное типовое сечение нижнего яруса участка Северный месторождения Яхтон (рис. 3).

Наиболее интенсивные ореолы в околорудном пространстве нижнего яруса месторождения Яхтон образуют элементы, входящие в типоморфную ассоциацию вольфрамового оруденения.

2. Значения различных коэффициентов интенсивности в отдельных зонах околорудного пространства нижнего яруса месторождения Яхтон. Составлена по данным полевых метериалов

Параметры	Номера зон			
	1	2	3	4
K_{i-1}	2754,5	222,4	89,5	21,4
K_{i-2}	13 989	12 085	65 919	1567
K_{i-3}	5150	2873	6222	964
K_{i-4}	5×10^{11}	$7,9 \times 10^{10}$	$1,1 \times 10^{10}$	$3,3 \times 10^8$

Примечание. Зоны: 1 – рудно-минерализованная (с $KK W > 50$), 2 – ближняя околорудная (с $KK W 26-50$), 3 – удалённая околорудная (с $KK W 11-25$); 4 – условно фоновые гранодиориты (с $KK W 1-5$); K_i – коэффициент интенсивности; нормированные через фон: $K_{i-1} = W/Nb$, $K_{i-2} = Bi/Nb$, $K_{i-3} = Te/Ni$, $K_{i-4} = W \times Bi \times Te / Li \times Nb \times Ni$.

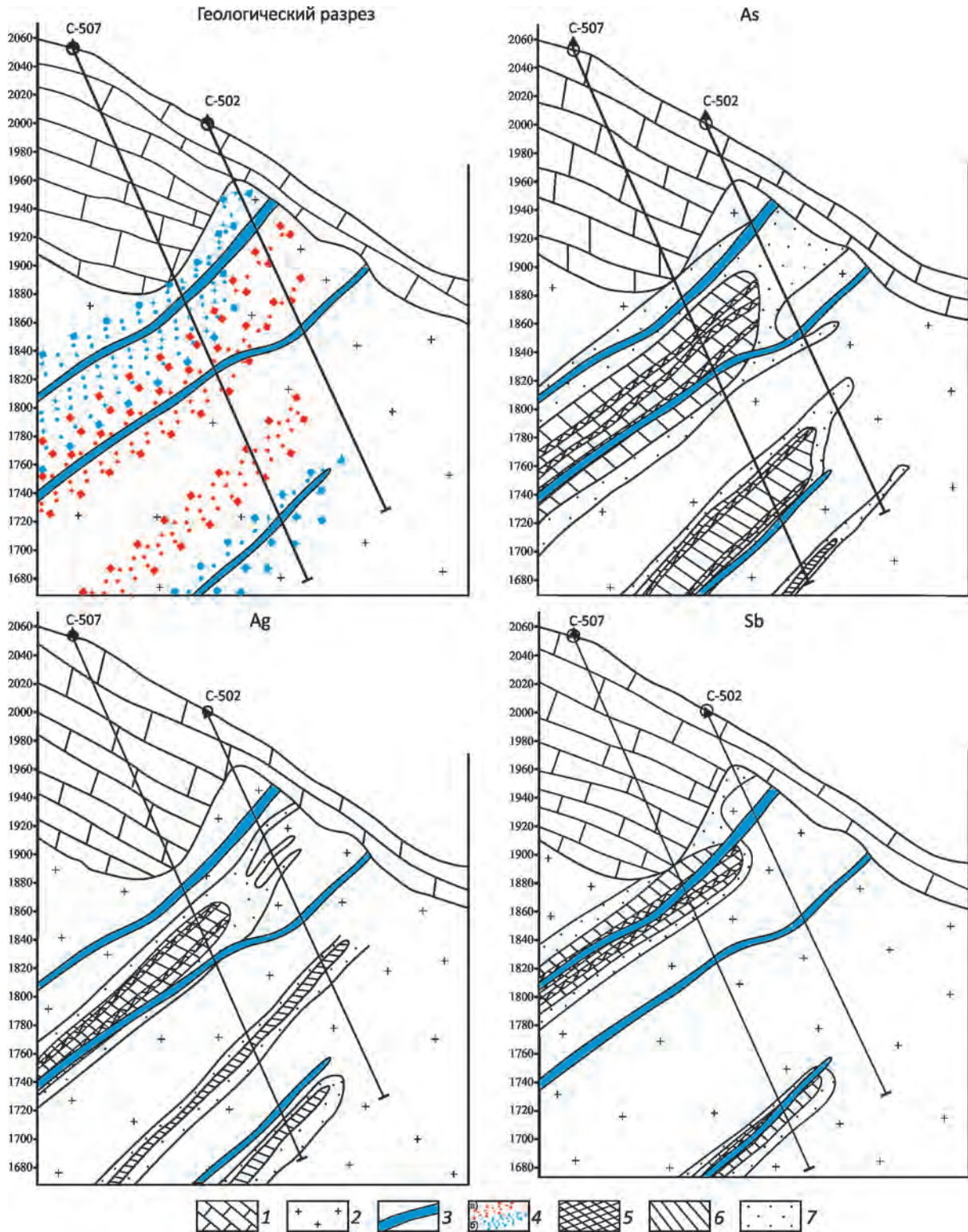


Рис. 3. Распределение первичных ореолов основных рудогенных элементов:

1 – карбонатные породы рамы Яхтонского интрузива; 2 – гранодиориты главной фазы Яхтонского комплекса; 3 – вольфраморудные тела; 4 – зоны минерализации: а – пирит-арсенопиритовой, б – сульфосолиной; содержание элементов (в г/т): 5 – W – 100–1000, As – 150–500, Ag – 50–250, Sb – 30–100; 6 – W – 50–100, As – 50–150, Ag – 15–30, Sb – 10–30; 7 – W – 20–50, As – 10–50, Ag – 1–5, Sb – 3–10

Морфология ореолов в целом отражает строение минерализованных зон и их существенную внутреннюю неоднородность, подчёркивая метасоматический характер оруденения.

Устойчивые связи (значимые на уровне 5%) в корреляционных графах образуют блоки: **V-Pb-W-Li; Bi-Au-Te; Ag-Sb-Cu; Pb-Sb-As-Te; Cu-Ni-V-Cr-Zn.**

Анализ корреляционных связей между элементами позволил выявить следующие закономерности:

нахождение **W** в едином блоке с элементами «мафитовой» группы (**V**, который в свою очередь проявляет тесные связи с **Cr** и **Ni**) и «гранитоидной» группы (**Li, Pb**) может свидетельствовать о различных источниках рудного вещества и полигенности объекта;

отсутствие корреляционных связей **Mo** с рудогенными элементами доказывает рассеянный характер ранней молибдениновой минерализации в зоне рудоносных метасоматитов;

различные ассоциативные цепочки с центральным положением в них **Sb** подтверждают наличие в минерализованных зонах двух типов сульфосолей – сурьмяно-серебряной с медью и сурьмяно-свинцовой с мышьяком и теллуrom, являющихся индикаторами заключительных стадий минералообразования;

различное положение в корреляционных графах **W** и **Au** подтверждает их автономность при формировании рудного пространства и возможность выявления обособленных редкометалльных и золотопродуктивных рудных тел.

По представленным материалам можно сделать следующие выводы:

1. Интегральный метасоматоз нижнего яруса месторождения Яхтон носит кремнещелочную направленность с привнесом в околорудное пространство **Ca, Si, Mg, Fe.**

2. Выявлен типоморфный комплекс элементов апогранитоидного вольфрамового оруденения, представленный рядом **W-Bi-Te-Au-Sb-As-Ag-Se-Mo.**

3. На основе проведённого анализа создан и апробирован ряд геохимических коэффициентов, фиксирующих контрастные значения различных частей околорудного пространства.

4. Изученное геохимическое поле чётко проявляет кулисное строение минерализованных зон в общей рудоносной структуре.

5. Надрудно-верхнерудный уровень первичных ореолов позволяет на основе геохимических построений прогнозировать выявление на глубине новых рудных тел.

6. Корреляционные связи основных рудогенных элементов отражают полистадийность рудного процесса в нижнем ярусе месторождения Яхтон и дополнительно подчёркивают телескопированность минеральных ассоциаций в околорудном пространстве вольфрамоносных минерализованных зон.

7. Наличие в рудном процессе таких элементов, как **Cr, Ni, Mg, Fe** и **C**, указывает на подкордовый (мантийный) источник рудного вещества, производными которого являются также проявленные в пределах Яхтонского рудного поля дайки субщелочных габброидов и лампрофиров (щелочно-базальтоидная формация активизированных орогенных областей).

8. Полигенность и полихронность рудных концентраций нижнего яруса месторождения Яхтон, вероятно, является залогом значительных масштабов этого объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас* моделей рудных месторождений Узбекистана / Под ред. И.Б.Турамуратова. – Ташкент: ГП НИИМР, 2010.
2. *Даутов А.* Минералого-геохимические критерии условий формирования и потенциальной рудоносности Кошрабадского и Яхтонского интрузивов (Западный Узбекистан) // Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Ташкент: ИГГ АН РУз, 1974.
3. *Жураев М.Н., Тураев Т.Н.* Новые типы вольфрамового оруденения Каратюбе-Чакылкалянского рудного района // Горный вестник Узбекистана. 2017. № 3. С. 63–67.
4. *Раскин В.Е., Жураев М.Н.* Особенности локализации скарново-шеелитового оруденения Каратюбе-Чакылкаляньских гор // Республиканская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». – Ташкент, 2017. С. 273–276.
5. *Рудные месторождения Узбекистана* / Под ред. Н.А.Ахмедова. – Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001.