

УДК 553.411(575.1)
AGRIS P01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/05>

**РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЗМЕЩЕНИИ АПОКАРБОНАТНОГО
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЧАКЫЛКАЛЯНСКОГО МЕГАБЛОКА
(Южный Узбекистан)**

©**Ярбобоев Т. Н.**, ORCID: ORCID: 0000-0002-4710-3782, канд. техн. наук, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан, tulkin-69@mail.ru

©**Султанов Ш. А.**, ORCID: ORCID: 0000-0003-0963-3499, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан, sultonovshuxrat87@gmail.com

©**Очилов И. С.**, ORCID: 0000-0003-1377-9140, Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан, ilyos_ochilov@mail.ru

**ROLE OF THE ENVIRONMENT IN THE PLACEMENT OF APOCARBONATE GOLD
MINERALIZATION CHAKYLKALYAN MEGABLOCK (Southern Uzbekistan)**

©**Yarboboiev T.**, ORCID: 0000-0002-4710-3782, Ph.D., Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan, tulkin-69@mail.ru

©**Sultanov Sh.**, ORCID: 0000-0003-0963-3499, Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan, sultonovshuxrat87@gmail.com

©**Ochilov I.**, ORCID: 0000-0003-1377-9140, Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan, ilyos_ochilov@mail.ru

Аннотация. Анализ имеющейся информации и результаты многолетних исследований золоторудных месторождений Узбекистана позволил определить основные нетрадиционные типы месторождений. Среди них наибольший интерес представляют апокарбонатные, коровые, сульфидно-углеродистые и аповулканогенные кварцитовые (рудопоявление Верхне-Каттакашкасайское). Апокарбонатный тип имеет широкое распространение в Узбекистане, достаточно детально изучен и по нему приводится информация в настоящей статье. В статье рассматривается существование, распространение и генезис руд месторождений золота типа Карлин. Приводятся обобщающие характеристики золотого оруденения типа Карлин. Рассмотрены вопросы геохимической специализации палеозойских толщ ЧКМБ, определен наиболее благоприятный стратоевровень для локализации минерализованных зон и охарактеризованы особенности карбонатных пород в процессе осаждения золота при реакциях с кремнекислыми растворами. На основе материалов регионального геохимического профилирования проанализировано поведение основных рудогенных элементов в породах как карбонатных, так и вулканогенно-терригенных толщ. В результате анализа выявлены субкларковые содержания основных рудогенных элементов (As, Co, Ni, Pb, Cu, Ag, V, Cr, Sc), создающих повышенные концентрации в золотоносных пиритах как апокарбонатного золотого оруденения, так и родственных ему формаций.

Abstract. Analysis of the available information and the results of many years of research on gold deposits in Uzbekistan made it possible to identify the main unconventional types of deposits. Among them, the most interesting are apocarbonate, crustal, sulfide-carbonaceous and apovolcanogenic quartzite (Upper-Kattakashkasai ore occurrence). The apocarbonate type is

widespread in Uzbekistan, has been studied in sufficient detail and information is provided on it in this article. The article examines the existence, distribution and genesis of ores of Karlin type gold deposits. The generalizing characteristics of the Karlin type gold mineralization are given. The issues of geochemical specialization of the Paleozoic strata of the Chakylkalyan megablock are considered, the most favorable stratolevel for the localization of mineralized zones is determined, and the features of carbonate rocks in the process of gold deposition during reactions with silicic solutions are characterized. Based on the materials of regional geochemical profiling, the behavior of the main ore-forming elements in the rocks of both carbonate and volcanogenic-terrigenous strata is analyzed. As a result of the analysis, subclarkic contents of the main ore-forming elements (As, Co, Ni, Pb, Cu, Ag, V, Cr, Sc) were revealed, which create increased concentrations in gold-bearing pyrites of both apocarbonate gold mineralization and related formations.

Ключевые слова: золоторудная минерализация, карбонатные отложения, оруденения типа Карлин, апокарбонатные оруденения, минеральные парагенезисы.

Keywords: gold ore mineralization, carbonate deposits, Karlin type mineralization, apocarbonate mineralization, mineral parageneses.

Введение

В мировой практике вопросы поисков, прогнозирования и проведения геологоразведочных работ по выявлению новых месторождений золота всегда были актуальной проблемой. Долгие годы выявление золотой минерализации в измененных карбонатных породах не находило должного объяснения и не привлекало особого внимания геологов, поскольку объекты не имели промышленного значения. Ситуация кардинально изменилась с начала 60-х гг. прошлого столетия после открытия и ввода в эксплуатацию крупных золоторудных месторождений в Неваде.

Геологами разных стран эпитермальные месторождения этого типа в современных классификация золоторудных месторождений выделяются под названиями невадийского или типа Карлин, который является одним из ведущих в мире, как по запасам золота, так и по количеству разрабатываемых объектов. Суммарные запасы золота в рудном районе Карлин оцениваются более чем в 6000 т [1]. В настоящее время в Неваде насчитывается 88 месторождений золота типа Карлин и 30 — в Южном Китае [2]. Десять месторождений в трендах Карлин, Гетчел и Кортец содержат более 150 т Au, а четыре — более 300 т. В последние годы были открыты и разведаны три новых крупнейших месторождения: Лонг Каньон, Кинсли Маунтин и Голдраш.

Материал и методы исследования

Месторождения золота типа Карлин наиболее известны субмикронным Au, также называемым «невидимым», в богатых микроэлементами пирите и марказите, в которых содержания Au превышают сотни г/т. Золотосодержащие пирит и марказит встречаются в отдельных зернах, как правило, менее нескольких микрон в диаметре или в виде мелких включений в более ранних сульфидах. В целом содержание золота в руде — функция от концентрации золотосодержащего мышьяковистого пирита рудной стадии. Аурипигмент, реальгар и антимонит осаждались в связи с охлаждением раствора после формирования золотоносного пирита и характерны для верхних уровней рудной колонны.

Для формирования месторождений золота типа Карлин решающее значение имела, сформированная до рудообразования, система разломов глубокого заложения, которая играла роль каналов, собирающих и подводящих глубинные флюиды.

Генезис карлинских руд является предметом многочисленных дискуссий. Были предложены, по крайней мере, несколько взаимоисключающих гипотез их происхождения. В настоящее время основные модели формирования месторождений типа Карлин можно разделить на три группы, две из которых предполагают их амагматичность:

- 1) переотложения и/или бассейновая;
- 2) метаморфогенная (орогенная);

3) магматическая. Открытие и детальное изучение в Неваде месторождений с новым, так называемым удаленно-вкрапленным Au-As типом оруденения дали импульс к развитию магматической модели.

В относительно недавнее время (2011 г.) новые данные, полученные при микрозондовых анализах рудных минералов и экспериментах по фракционированию металлов, а также геохронологические и изотопные данные, характеризующие интрузивный магматизм региона, позволили авторам убедительно обосновать магматогенный источник золота при формировании объектов типа Карлин [3]. Авторы связывают формирование подобных объектов с геодинамическим режимом перехода от пологой субдукции к установлению преобладающего тектонического режима растяжения и возобновлению магматизма, связанного с деятельностью Йеллоустоунского плюма, который долгое время экранировался субдуцирующей океанической плитой. Экран препятствовал проникновению флюидов и магм в кору и способствовал их аккумуляции и накоплению под плитой. В момент разрушения последней, скопившиеся магмы и флюиды получили возможность проникать в континентальную кору [2–3]. Это событие генерирует высококалийный известково-щелочной магматизм. Мафические мантийные магмы проникали в нижнюю кору, генерируя ее частичное плавление и передавая, полученные из мантии ювенильные летучие вещества на коровый уровень.

Продолжая использовать идею открывшегося астеносферного окна, авторы полагают, что в результате описанных событий генерировалась магма, которая производила и накапливала золотоносные флюиды на глубинах 10–12 км [3]. Магматический расплав, в конце концов, достиг точки насыщения летучими веществами и выделил гидротермальные флюиды, которые могли транспортировать Au в дисульфидных комплексах. Рудоносные флюиды, как представляется, поднимались выше к поверхности, возможно, в связи термальным разогревом верхней части земной коры (на глубине 6–10 км) плутоническими очагами.

Поднявшись к поверхности, водные флюиды с повышенными концентрациями сероводорода смешивались с метеорной водой. В нескольких км от поверхности флюиды растворяли и сульфидизировали карбонатные толщи, что приводило к отложению золотоносного пирита. Магматические флюиды с возможной подпиткой метаморфическими флюидами продолжали двигаться вверх, предположительно извлекая попутно из вмещающих пород и растворяя в себе разные компоненты. Au вместе с As, Sb, Hg, Tl и S могло быть извлечено из глинистых пластов. Когда утолщенная верхняя кора стала расширяться, водные гидротермальные флюиды мигрировали и поднимались вдоль глубинных сквозных разломов, связанных с вновь открывшимися рифтогенными структурами. Реакции между углеродистыми, сульфидизированными и барит содержащими карбонатными породами и восходящим потоком флюидов могли привести к возрастанию концентрации H₂S, тем самым

увеличивая насыщенность флюида Au. В большинстве районов рудные флюиды были разбавлены глубоко конвектирующими метеорными водами. Рудоносные флюиды накапливались в областях структурных ловушек, где были сосредоточены водоупоры, способствуя повышенной реакции флюид/порода. Активные флюиды декарбонатизировали, аргиллизировали и сульфидизировали вмещающие породы. Возможно, снижение притока рудных флюидов и вовлечение метеорных вод в систему вызвали смешивание флюидов, их охлаждение и осаждение минералов поздней рудной стадии (аурипигмент, реальгар, минералы Tl). Остаточные, разбавленные, низкотемпературные флюиды на выходах рудных зон локально сформировали безрудные джаспероиды.

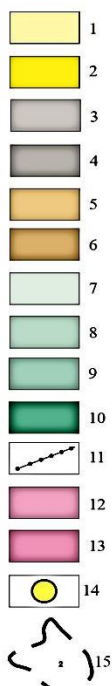
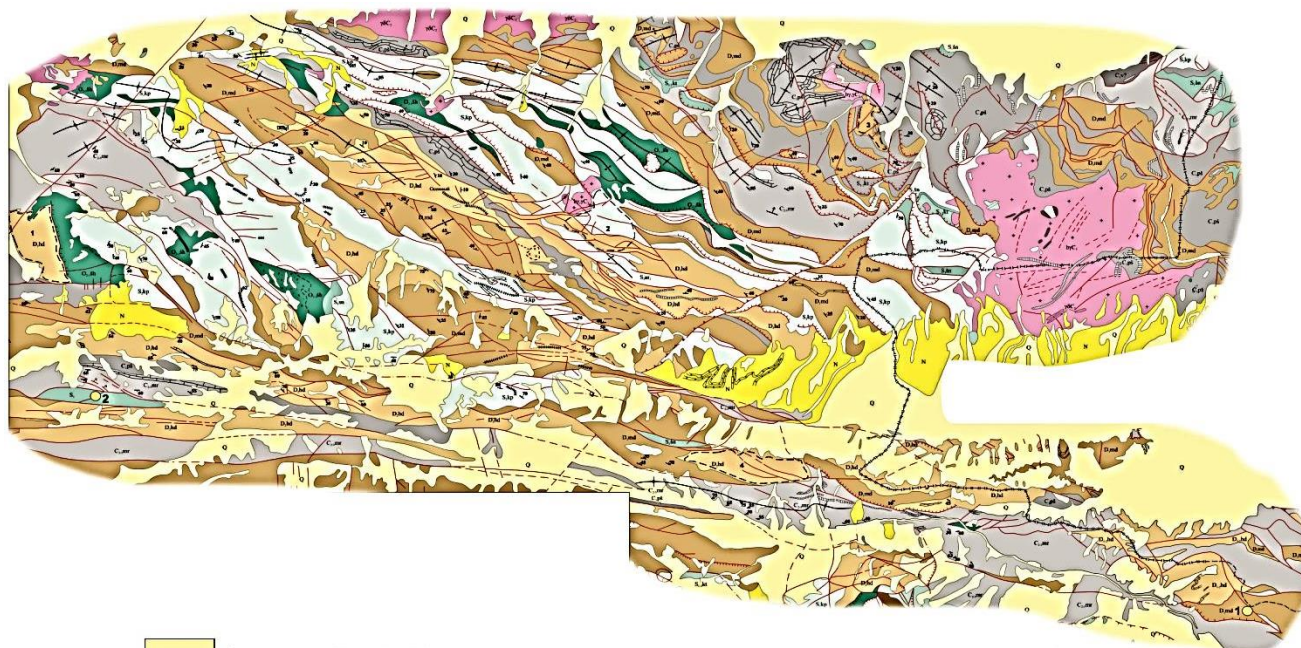


Рис. 1. Схема геологического строения Чакылкалянского мегаблока с данными по золотому оруденению в карбонатных породах

1 - Четвертичная система. Нерасчлененная. Галечники, супеси, суглинки (Q); 2 - Неогеновая система. Нерасчлененная. Конгломераты, песчаники, глины (N); 3 - Каменноугольная система. Средний-верхний отделы. Маргузорская свита. Конгломераты, песчаники, алевролиты. Олистолиты и олистоплаки карбонатных и кремнистых пород ($C_{2,3}mr$); 4 - Нижний отдел. Пушневатская свита. Кремни, кремнистые сланцы с линзами аргиллитов, песчаников, алевролитов ($C_1p\check{s}$); 5 - Девонская система. Средний отдел. Ходжакурганская свита. Известняки, обломочные известняки, кремни, доломиты (D_2hd); 6 - Нижний отдел. Мадмонская свита. Известняки, доломиты (D_1md); 7 - Силурийская система. Верхний отдел. Купрукская свита. Доломитовые, известняки доломитовые (S_2kp); 8 - Нижний-верхний отделы. Кутуракская свита. Доломитовые, карбонатные брекчии ($S_{1,2}kt$); 9 - Нижний отдел. Шингская свита. Глинистые и песчаные известняки, известняки доломитистые, песчаники, аргиллиты, туфы кислого состава ($S_1\check{s}n$); 10 - Ордовикская система. Средний-верхний отделы. Шахриомонская свита. Песчаники, алевролиты, аргиллиты, туфы кислого состава, конгломераты, известняки ($O_{2,3}$, $O_3\check{s}h$); 11 - Лампрофиры; 12 - Позднекаменноугольный авгайджуманский гранит-адамелитовый комплекс и каратюбе-зирабулакский адамелит гранитовый субкомплекс. Крупнозернистые порфириовидные биотитовые граниты-адамелиты, биотитовые граниты ($b\gamma, \gamma C_3$); 13 - Среднекаменноугольный яхтонский кварцево-диорит-гранодиоритовый комплекс. Гранодиориты, мелко и среднезернистые порфириовидные, кварцевые диориты ($\gamma\delta C_2$); 14 - Рудопроявления золота в карбонатных породах: 1 - Аката; 2 - Кавсагар; 15 - Площади распространения золотой минерализации в карбонатных породах: 1 - Кызылтурукская; 2 - Яхтонская; 3 - Чаштепинская; 4 - Акбинская

Основными методами исследования является проведение минералогических, петрографических, петрологических и аналитических исследований вмещающих оруденение пород, околорудных метасоматитов и рудного вещества с использованием современных

высокоточных аналитических методов. Научный анализ разрозненных фактических материалов по апокарбонатному золотому оруденению различных регионов мира. Использование математической статистики.

Обобщающие характеристики золотого оруденения типа Карлин:

-приуроченность к глинисто-карбонатным фациям флишоидных и турбидитовых комплексов континентально-шельфовой формации пассивной континентальной окраины;

-контроль оруденения структурами глубокой проницаемости в сочетании с региональным надвигом;

-геодинамические обстановки, характеризующиеся изменением режима сжатия на режим растяжения, с формированием рифтогенных структур в надплюмовой позиции;

-четко проявленная минералого-метасоматическая зональность с формированием в надрудной и удалено верхнерудной зонах аргиллизитов с реальгар-аурипигмент-киноварной минерализацией, а на средне рудном уровне джаспероидов с микрозернистой золотоносной пирит-марказитовой минерализацией с переходом на более глубоких уровнях в зоны с золотоносным арсенопиритом;

-руды, характеризующиеся вкрапленным тонкодисперсным «невидимым» (микронным) золотом, приуроченном на верхних горизонтах к глинистым минералам, а глубже-к субмикроскопическим сульфидам;

- золото-ртутно-сурьмяно-таллиево-мышьяковый геохимический спектр оруденения;

-низкие температуры рудообразующих флюидов (180–240 °С) и образования золотоносного высоко мышьяковистого пирита (<200 °С).

В Центральноазиатской рудной провинции апокарбонатное золотое оруденение известно с восьмидесятых годов прошлого столетия, когда были открыты месторождение Канчоч в Таджикистане и рудопроявление Аката в Чакылкалянском мегаблоке [4–6].

Результаты и обсуждение

Чакылкалянский мегаблок (Рисунок 1) характеризуется достаточно сложным гетерогенным геологическим строением. На первый взгляд, разрезы палеозоя достаточно однотипны и состоят из трех основных элементов: вулканогенно-терригенных образований ордовика-силура, карбонатных и кремнисто-терригенно-карбонатных формаций силура-девона и терригенных формаций карбона. Фактически же эти элементы группируются и по вертикали, и по латерали весьма причудливо и неравномерно, в связи с многократно проявленными процессами шарьирования.

Для Чакылкалянского мегаблока вследствие практически повсеместной нарушенности стратиграфических разрезов коллизийными дислокациями, приводящими к образованию тектонических пакетов с различным сочетанием палеозойских отложений, стандартный формационный анализ на базе ритмостратиграфии невозможен. В данной зоне отсутствуют полные разрезы самой древней шахриомонской свиты, а стратиграфический объем и состав мадмонской, ходжакурганской, акбасайской и маргузорской свит дискутируются.

Разрез палеозойских образований на площади ЧКМБ с учетом стратиграфической последовательности представляется в следующем виде [7–8]:

1. Терригенно-вулканогенная толща — O₂₋₃
2. Туфогенно-терригенно-карбонатная толща — S₁
3. Доломитовая толща — S₁₋₂
4. Известково-доломитовая толща — S₂
5. Известняковая толща — D₁

6. Кремнисто-карбонатная толща — D_{1-2}

7. Олистостромовая толща — C_{2-3} .

1. Терригенно-вулканогенная толща O_{2-3} соответствует в районе шахриомонской свите и сложена двумя типами разрезов. Нижняя часть толщи — вулканогенно-терригенная (переслаивание кварц-серицитовых, кварц-хлорит-серицитовых сланцев, кварц-полевошпатовых алевролитов и песчаников, при подчиненной роли туфов и туффитов кислого состава), а верхняя — вулканогенная (липариты и фельзиты, дацитовые и кварцевые порфиры, андезиты и андезитовые порфириты, туфы кислого и среднего составов, вулканомиктовые песчаники и кремни).

2. Туфогенно-терригенно-карбонатная толща S_1 известна под названием шингской свиты, согласно перекрывает вулканогенно-осадочные образования O_{2-3} и стратиграфически согласно подстилает доломиты нижнего силура. Состав описываемой пачки пестр и фациально изменчив (известняки с маломощными прослоями терригенных и эффузивно-терригенных образований). Мощность пачки варьирует от 20 до 100 м.

3. Доломитовая толща S_{1-2} соответствует кутуракской свите. В основании разреза этой пачки залегает горизонт амфипоровых доломитов мощностью 1,0–7,0 м. Он распространен не повсеместно и часто на его месте отмечаются глинистые доломиты. Характерной чертой доломитов является их битуминозность. Весьма часто порода пересекается разноориентированными тонкими жилками белого кальцита, что придает пачке псевдобрекчиевую текстуру. В контакте с интрузией и по тектоническим нарушениям наблюдается мраморизация доломитов и наличие скарновых минералов (диопсид-тремолитовых прожилков). Мощность пачки колеблется в пределах 300–400 м.

4. Известково-доломитовая толща S_2 соответствует купрукской свите, представленной карбонатными породами, меняющими свой состав от чистых известняков до известковистых доломитов. Мощность пачки варьирует от 40 до 300 м.

5. Известняковая толща D_1 соответствует мадмонской свите. Лежащий бок пачки фиксируется по уменьшению гнезд и линз доломита, а висячий – по появлению известково-кремнистых пород. В составе пачки преобладают массивные тонкозернистые известняки с линзами тонкозернистых доломитов и кварц-полевошпат-серицит-хлоритовых сланцев. Мощность пачки колеблется от 50 до 100 м.

6. Кремнисто-карбонатная толща D_{1-2} соответствует ходжакурганской свите района. В основании разреза пачки залегают полосчатые кремнистые сланцы в виде линз мощностью 1–10 м. Выше по разрезу развиваются мелкозернистые полосчатые известняки с тонкими прослоями, желваками, линзами кремней («ленточные известняки»). Вверх по разрезу горизонт «ленточных известняков» сменяется горизонтом доломитистых известняков с прослоями и гнездами черных доломитов. В результате контактового метаморфизма кремнистые сланцы превратились в кварц-полевошпатовые роговики. Мощность продуктивного горизонта «ленточных известняков» не превышает 30 м, а мощность всей пачки более 150 м.

Продуктивными к формированию промышленных скарново-рудных залежей в верхнем ярусе месторождения являются породы известково-доломитовой, известняковой и кремнисто-карбонатной пачек. Морфологические типы скарново-рудных тел — межпластовый, контактовый, штокверковый.

7. Олистостромовая толща C_{2-3} соответствует в районе мальгузорской свите и пользуется в пределах месторождения весьма ограниченным распространением. В ее состав

входят алевролиты, аргиллитовые и кремнисто-глинистые сланцы, песчаники и конгломераты. Полная мощность толщи не установлена.

Шахриомонская свита (O₂₋₃ sh) — сложена двумя типами разрезов. Нижняя часть свиты — вулканогенно-терригенная (переслаивание кварц-серицитовых, кварц-хлорит-серицитовых сланцев, кварц-полевошпатовых алевролитов и песчаников с прослоями кварцевых гравелитов и конгломератов мощностью 3–8 м, при подчиненной роли туфов и туффитов кислого состава). Верхняя — вулканогенная (липариты и фельзиты, дацитовые и кварцевые порфиры, андезиты и андезитовые порфириты, туфы кислого и среднего составов, вулканомиктовые песчаники и кремни). Характерным для пород свиты является значительная рассланцованность, обилие хлоритовых или серицитовых новообразований и существенно кварцевый состав для грубообломочных разностей.

Таблица 1.

СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПАХ ПОРОД ШАХРИОМОНСКОЙ СВИТЫ

| Элементы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|------|------|------|-----|
| As | 9 | — | — | — |
| Pb | 11,4 | 17,2 | 9 | 10 |
| Ag | — | — | 0,3 | — |
| Cu | 20,5 | 35,2 | 27 | 30 |
| Zn | 53,5 | 62,4 | 54 | — |
| Co | 7,4 | 9,7 | 8 | 7 |
| Ni | 11,5 | 17,2 | 5 | 20 |
| V | 58 | 80,6 | 80 | — |
| Cr | 58,5 | 69,6 | 100 | 7 |
| Ba | 510 | 574 | 320 | 120 |
| W | — | 7 | 17 | — |
| Sn | — | 2,2 | — | — |
| Ti | 3200 | 4846 | 4170 | 140 |
| Mn | 430 | 516 | 410 | 124 |
| Sc | 12,4 | 22 | 16 | — |
| Y | 10,4 | 20,5 | 19 | — |
| Yb | 1,8 | 3,1 | 2,6 | — |
| Zr | 90,5 | 208 | 110 | 20 |
| Be | 2,2 | 1,9 | 1,5 | 6 |
| Sr | 33,5 | 77,8 | 75 | 90 |
| Ga | 4,5 | 10,9 | 9 | 7 |

Примечание: 1 — рассланцованные алевролиты; 2 — переслаивание глинистых сланцев и песчаников; 3 — песчаники; 4 — известняки, — — отсутствие значащих содержаний

Шингская свита (S_{1sn}) согласно перекрывает вулканогенно-осадочные образования O₂₋₃ и стратиграфически согласно подстилает доломиты нижнего силура. Свита характерна пестротой состава и фациальной изменчивостью слагающих ее пород. Существенно карбонатный тип разреза свиты (мощностью 10–50 м) сложен тонкослоистыми доломитистыми известняками с переменной примесью углисто-глинистого, пирокластического, либо песчанистого материала («ленточные известняки») с переходами в известковистые сланцы и карбонатизированные туфы дацит-липаритового состава. Очень

характерны, хотя и редки, прослой серых пиритизированных кварцевых песчаников и гравелитов (мощностью 1–5 м). Существенно эффузивный тип разреза представлен, главным образом, туфами и подчиненными им липаритовыми и дацитовыми лавами и лавобрекчиями, перемежающимися с туфопесчаниками и известковистыми сланцами. Мощность эффузивного типа разреза 0–90 м.

Таблица 2.

СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПАХ ПОРОД ШИНГСКОЙ СВИТЫ

| Элементы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|------|-------|------|------|
| As | — | — | — | — |
| Pb | 8,4 | 98 | 16 | 35,5 |
| Ag | — | 0,33 | — | — |
| Cu | 16,5 | 70 | 23,6 | 36 |
| Zn | 13 | 43 | 42,8 | 52,5 |
| Co | 5,9 | 10 | 5,9 | 11,3 |
| Ni | 8,4 | 35 | 12,4 | 18,5 |
| V | 9,5 | 78 | 46,7 | 86 |
| Cr | 13,5 | 66 | 38,2 | 64,5 |
| Ba | 105 | 480 | 390 | 675 |
| W | — | 15 | — | 3,5 |
| Sn | 3,4 | н. д. | 10,6 | 2,1 |
| Ti | 510 | 260 | 2110 | 4785 |
| Mn | 150 | 440 | 425 | 470 |
| Sc | — | 1 | 16,2 | 25 |
| Y | — | 20 | 17,8 | 8 |
| Yb | 1,8 | 2,1 | 1,8 | 1,2 |
| Zr | 13,2 | 43 | 74,4 | 130 |
| Be | 1,5 | 2,1 | 5,6 | 2,3 |
| Sr | 70,5 | 72 | 83,2 | 85 |
| Ga | 6,8 | 9 | 7,5 | 10,5 |

Примечание: 1 — известняки; 2 — известняки с прослоями доломитовых разностей; 3 — известняки с прослоями терригенных пород; 4 — глинистые сланцы, песчаники, алевролиты; н. д. — нет данных, — — отсутствие значащих содержаний

Доломитовые секции карбонатной формации представлены кутуракской (S₁₋₂кт) и купрукской (S₂кр) свитами.

Отложения кутуракской свиты согласно с резким, либо постепенным переходом залегают на известняках шингской свиты. Представлена она доломитами, расчлененными на две подсвиты по окраске, биогенным признакам и текстурным особенностям. Нижняя подсвита сложена лилово-черными тонкозернистыми амфиоровыми доломитами неяснослоистыми и линзовато-волнисто-слоистыми. В ее основании часто прослеживается маркирующий горизонт строматопорово-ругозовых биостромов. Верхняя подсвита сложена темно-серыми, серыми мелкозернистыми доломитами яснополосчатыми, обломочными, линзоватослоистыми, участками амфиоровыми, либо водорослево-детритовыми. В верхней части подсвиты четко выделяются пласты белых сахаровидных доломитов. Характерной чертой доломитов является их битуминозность. Весьма часто порода рассекается

разноориентированными тонкими жилками белого кальцита, что придает пачке псевдобрекчиевую текстуру. В контакте с интрузией и по тектоническим нарушениям наблюдается мраморизация доломитов и наличие скарных минералов (диопсид-тремолитовых прожилков). Мощность кутуракской свиты в ненарушенных частях разрезов для бассейна реки Кашкадарьи — 400 м, в пределах Яхтонского рудного поля 320–420 м.

Таблица 3.

СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПАХ ПОРОД КУТУРАКСКОЙ СВИТЫ

| Элементы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|------|-----|-------|-----|
| As | — | — | — | — |
| Pb | 6,4 | 5,6 | 6 | 6,7 |
| Ag | — | 0,5 | 0,28 | 0,8 |
| Cu | 19,3 | 24 | 15,5 | 21 |
| Zn | — | 60 | — | — |
| Co | 6,7 | — | 5,5 | 3 |
| Ni | 8,4 | — | — | — |
| V | 13,3 | 7 | 3,8 | 5,5 |
| Cr | 15,5 | 9,9 | 7,2 | 9,6 |
| Ba | 140 | — | 52,5 | 41 |
| W | — | — | — | — |
| Sn | — | — | — | 5 |
| Ti | 419 | — | 176,4 | 585 |
| Mn | 195 | — | 135 | 275 |
| Sc | 3,1 | — | — | — |
| Y | 3,1 | — | — | — |
| Yb | 2,7 | — | — | — |
| Zr | 11,8 | 6,6 | 6,6 | 9 |
| Be | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 1,1 |
| Sr | 247 | 140 | 560 | 550 |
| Ga | 6,5 | — | 6,2 | 7,4 |

Примечание: 1 — известняки; 2 — известняки с прослоями доломитовых разностей; 3 — известняки доломитизированные; 4 — известковые сланцы с прослоями известняков и доломитов; — — отсутствие значащих содержаний

Отложения купрукской свиты с подстилающими породами кутуракской свиты имеют стратиграфически согласную, литологически четкую границу по подошве первого пласта известняков (иногда органогенных). Представлены толщей переслаивающихся брекчиевидно-стустковых известняковых доломитов, доломитовых известняков органогенно-детритовых, содержащих прослой доломитов, органогенных известняков с обильными остатками ругоз (триплазматид), фавозитид, брахоипод, реже — желваки и линзы кремней. Нижний контакт свиты проводится по исчезновению из разреза чистых доломитов (иногда только по данным карбонатного анализа), верхний по появлению чистых известняков.

Своеобразный «декоративный» структурно-текстурный рисунок пород свиты, хорошо помогающий при ее прослеживании, образован тонким переслаиванием линзовидно- и четковиднополосчатых более темных известковых доломитов и более светлых доломитовых известняков. Мощность в пределах Яхтонского рудного поля 50–150 м.

Известковые секции карбонатной формации представлены породами мадмонской свиты (D_{1dm}), в низах разреза которой преобладают слабо битуминозные неяснополосчатые известняки, в верхах — массивные афанитовые известняки. Характерной особенностью разреза мадмонской свиты в пределах рудного поля — развитие на границе S₂-D₁ линз и прослоев кремней и алевритовых сланцев, особенно в нижней части, где мощность подобного переслаивания достигает 25–30 м. Лежащий бок свиты фиксируется по уменьшению гнезд и линз доломита, а висячий — по появлению известково-кремнистых пород. Мощность свиты до 150–250 м.

Таблица 4.

СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПАХ ПОРОД ХОДЖАКУРГАНСКОЙ СВИТЫ

| Элементы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|-------|------|------|------|
| As | 1,8 | 2 | — | — |
| Pb | 40,3 | 5,8 | 8,4 | 10,4 |
| Ag | 0,3 | 0,3 | 0,6 | — |
| Cu | 16 | 9,5 | 16 | 24 |
| Zn | н. д. | 13,0 | — | 58 |
| Co | 6,7 | 3,6 | 5,9 | 7,9 |
| Ni | 3,3 | 5,5 | — | 12 |
| V | 6 | 7 | 8,7 | 59 |
| Cr | 11,6 | 6,5 | 18,6 | 45 |
| Ba | 483 | 130 | 37 | 580 |
| W | — | — | — | — |
| Sn | 1,8 | — | — | — |
| Ti | 138,7 | 290 | 390 | 2890 |
| Mn | 414,3 | 480 | 89 | 400 |
| Sc | 2,1 | 3 | — | 10,4 |
| Y | 2,4 | 3,3 | — | 10,4 |
| Yb | 0,2 | 0,4 | — | 2,7 |
| Zr | 10,1 | 6,4 | 9,8 | 130 |
| Be | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,6 |
| Sr | 66,7 | 37 | — | 67 |
| Ga | 4,1 | 3,5 | — | 8,3 |

Примечание: 1 — известняки; 2 — переслаивание известняков и кремнистых сланцев; 3 — известняки с прослоями доломитов; 4 — кремнистые сланцы с прослоями известняков; н. д. — нет данных; — — отсутствие значащих содержаний

Ходжакурганская свита (D_{1hd}) имеет на территории ЧКМБ широкое распространение и представлена плитчатыми песчанистыми доломитистыми известняками с пластами, линзами и желваками кремней. Контакт с подстилающими известняками резкий, хотя следов размыва и несогласия не установлено. В основании разреза свиты залегают полосчатые кремнистые сланцы в виде линз мощностью 1–10 м. Выше по разрезу развиваются мелкозернистые полосчатые известняки с тонкими прослоями, желваками, линзами кремней («ленточные известняки»). Вверх по разрезу горизонт «ленточных известняков» сменяется горизонтом доломитистых известняков с прослоями и гнездами черных доломитов. В результате контактового метаморфизма кремнистые сланцы превратились в кварц-полевошпатовые

роговики. Мощность продуктивного горизонта «ленточных известняков» не превышает 30 м, а мощность всей пачки более 150 м.

Начиная со среднего карбона, формируются грабеноподобные синформные образования, выполненные терригенными отложениями мальгузорской свиты с многочисленными включениями олистолитов и олистоплак. Эти позиции, в основном, фиксируют постфронтальный прогиб шарьированных пластин, выполняемый обломками карбонатных пластов девонского и силурийского возраста, составляющих низы шарьяжных пластин.

Мальгузорская свита представлена флишевой и флишоидной толщей сланцев, аргиллитов, алевролитов, песчаников с линзами, прослоями и пачками гравелитов и конгломератов; горизонтами олистостром, включающих олистолиты, олистоплаки, глыбы, валуны и обломки разновозрастных (от O₃ до C₂) карбонатных, кремнистых, реже терригенных и вулканогенных пород. Полная мощность свиты не установлена.

Таблица 5.

СРЕДНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
 В ОСНОВНЫХ ЛИТОТИПАХ ПОРОД МАЛГУЗАРСКОЙ СВИТЫ

| Элементы | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|-------|-------|-----|-----|
| As | — | — | — | — |
| Pb | 7,8 | 9,7 | 7,8 | — |
| Ag | — | — | — | 0,7 |
| Cu | 20 | 27,7 | 12 | 31 |
| Zn | 50 | 53 | — | 30 |
| Co | 5 | 13 | — | 5 |
| Ni | 8 | 52,7 | 8 | 13 |
| V | 64 | 78,7 | 64 | 70 |
| Cr | 110 | 131,3 | 110 | 59 |
| Ba | 270 | 282 | 66 | 130 |
| W | — | 13,7 | — | 28 |
| Sn | — | — | — | — |
| Ti | 2790 | 3643 | 99 | 960 |
| Mn | 290 | 275 | 160 | 250 |
| Sc | 9 | 19 | — | — |
| Y | 9,8 | 14,1 | — | 10 |
| Yb | 2 | 2,5 | — | 2 |
| Zr | 110 | 81 | — | 76 |
| Be | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 1 |
| Sr | 60 | 24,7 | 63 | — |
| Ga | н. д. | н. д. | — | — |

Примечание: 1 — рассланцованные алевролиты; 2 — переслаивание сланцев и песчаников; 3 — известняки, доломитизированные известняки; 4 — известково-кремнистые сланцы, н. д. — нет данных, — — отсутствие значащих содержаний

На основе анализа материалов регионального геохимического профилирования определены субкларковые содержания основных рудогенных элементов (131), создающих повышенные концентрации в золотоносных пиритах как апокарбонатного золотого

оруденения, так и родственных ему формаций (золото-редкометалльно-сульфидно-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой).

Ограниченные донорные свойства, как карбонатной среды, так и подстилающих нижнепалеозойских вулканогенно-терригенных отложений позволяют предполагать ювенильную природу золота при формировании апокарбонатного золотого оруденения и сосредоточить поиски источников рудогенерирующих флюидов на глубоких уровнях структур транскорового характера.

Заключение

Суммируя приведенные данные необходимо отметить, что в строении карбонатных и кремнисто-карбонатных толщ ЧКМБ принимают участие: средне- и крупнослоистые серые и темно-серые доломиты и доломитистые известняки купрукской свиты верхнего силура; крупно- и массивнослоистые известняки, в том числе органогенные, мадмонской свиты нижнего девона; глинистые плитчатые средне- и тонкослоистые с пластами крупнослоистых и с линзами и единичными прослоями кремней нижнеходжакурганской подсвиты; глинистые плитчатые средне- и тонкослоистые известняки, ритмически чередующиеся с кремнистыми аргиллитами и кремнями среднеходжакурганской подсвиты; органогенно-обломочные и криноидно-детритовые известняки крупно- и толстослоистые со стяжениями и корочками кремнисто-карбонатного вещества, чередующиеся с пачками средне- и тонкослоистых плитчатых глинистых известняков, слагающие нижнюю половину верхнеходжакурганской подсвиты в объеме обисофитских слоев; фтаниты, глинисто-кремнистые породы с редкими пластами обломочных известняков, слагающие верхнюю половину верхнеходжакурганской подсвиты в объеме новихушских слоев.

Известняки ходжакурганской свиты имеют четко проявленный плитчатый характер, неравномерную примесь глинистого и глинисто-кремнистого материала.

Карбонатные отложения рассматриваются в качестве благоприятной тектонически подготовленной среды (в виде структурно- литологических и геохимических ловушек) для проникновения гидротермальных растворов, осаждения и концентрации золота.

Карбонатные горизонты — важнейший физико-химический, структурный и рудообразующий фактор (дробленные и высокопористые декальцитизированные породы — среда для широкого спектра метасоматитов, источник серы и, возможно, рудных компонентов; область развития карбонатных осадков — полигон для локализации потенциальных рудных районов и месторождений). Ведущим фактором, определяющим развитие золотоносных метасоматитов, является приуроченность их к зонам высокой тектонической активности и резкое изменение режима кислотности-щелочности в карбонатной среде, обусловившее подвижность элементов (Si, Ca, Na, K, Au, As и др.).

Ведущим фактором рудоотложения является тектоническая нарушенность карбонатных пород (брекчирование, рассланцевание, смятие) и проявление в них гидротермально-метасоматических процессов. Осадителями золота из рудоносных растворов могут также быть углерод и глинистые минералы.

Химизм процесса формирования апокарбонатных золотых руд представляется в следующем виде. Судя по характеру новообразованных минералов в зонах апокарбонатного золотого оруденения (в основном метасоматический кварц и гидрослюда) состав гидротермальных растворов алюмосиликатный. В составе вмещающих карбонатных пород присутствует кальций, магний и углекислота. При взаимодействии гидротерм с карбонатными породами происходит метасоматическое замещение карбонатов кремнеземом

с образованием джаспероидов и кристаллизация эндогенных глинистых минералов, в основном, в межзерновом пространстве исходного матрикса, либо в тончайших трещинках.

Если в гидротермальном растворе наряду с золотом есть и анионы WO_3 , то освобождающийся CaO в процессе окремнения идет на образование шеелита $CaWO_4$, что наблюдается на многих месторождениях типа Карлин.

Анализ распределения золоторудной минерализации в карбонатных породах ЧКМБ позволил выделить наиболее благоприятный стратоевровень для локализации апокарбонатного золотого оруденения в виде ходжакурганской свиты, представленной переслаиванием карбонатных и кремнистых пород. Кремнисто-карбонатная толща является элементом миогеосинклинали, сформированной в условиях шельфовой обстановки пассивной континентальной окраины.

Таким образом, карбонатные породы являются важнейшим физико-химическим, структурным и рудообразующим фактором. Карбонатная среда определяет резкое изменение режима кислотности-щелочности растворов и обуславливает подвижность целого ряда химических элементов (Si, Ca, Na, K, Au, As, Hg, Sb, Ag и Pb).

Список литературы

1. Muntean J. L., Cline J. S., Simon A. C., Longo A. A. Magmatic-hydrothermal origin of Nevada's Carlin-type gold deposits // Nature geoscience. 2011. V. 4. №2. P. 122-127. <https://doi.org/10.1038/ngeo1064>
2. Berger V. I. M., Bliss D. L., Moring J. D., Barry C. Sediment-hosted gold deposits of the world. 2014. <https://doi.org/10.3133/ofr20141074>
3. Cline J. S., Hofstra A. H., Muntean J. L., Tosdal R. M., Hickey K. A. Carlin-type gold deposits in Nevada: Critical geologic characteristics and viable models // Economic Geology 100th anniversary volume. 2005. V. 451. P. 484.
4. Горшков Е. Н., Вершкова О. В., Савченко А. П. Особенности геологического строения, вещественного состава и генезис проявления нового золото-аргиллизитового типа оруденения // Геология и полезные ископаемые бассейна реки Зерафшан. Материалы научно-производственной сессии. Душанбе, 1989. С. 11-20.
5. Финкельштейн Ю. В. Отчет о результатах детальных поисков золота и других полезных ископаемых на Акатинской перспективной площади и на участке Акба за 1982-86 гг. Ташкент, 1986. 181 с.
6. Ярбобоев Т. Н., Очилов И. С., Султонов Ш. А., Хушваков Б. А. Минералого-геохимические особенности телетермального золотого оруденения в карбонатных породах Чахылкалянского мегаблока (Южный Узбекистан) // Горный вестник Узбекистана. 2020. №3 (82). С. 27-31.
7. Гузанов М., Кочетков Н. Отчет о результатах детальной разведки Северного участка Яхтонского вольфрамового м-ния за 1972-74 гг. по сост. на 1/VIII-74 г., Самаркандская обл. 1974. Т. 1. Кн. 1. 202 с.
8. Джантуганов Н. И., Терлецкий О. Г. Прогнозная оценка Каратюбе-Чахылкалянского горнорудного района на золото с выявлением рудных полей и локальных геолого-структурных позиций ртутно-золоторудной джаспероидной формации на 1993-1996 гг. Фонд. Ташкент, 1996. 156 с.

References:

1. Muntean, J. L., Cline, J. S., Simon, A. C., & Longo, A. A. (2011). Magmatic–hydrothermal origin of Nevada’s Carlin-type gold deposits. *Nature geoscience*, 4(2), 122-127. <https://doi.org/10.1038/ngeo1064>
2. Berger, V. I. M., Bliss, D. L., Moring, J. D., & Barry, C. (2014). Sediment-hosted gold deposits of the world. <https://doi.org/10.3133/ofr20141074>
3. Cline, J. S., Hofstra, A. H., Muntean, J. L., Tosdal, R. M., & Hickey, K. A. (2005). Carlin-type gold deposits in Nevada: Critical geologic characteristics and viable models. *Economic Geology 100th anniversary volume*, 451, 484.
4. Gorshkov, E. N., Vershkovskaya, O. V., & Savchenko, A. P. (1989). Osobennosti geologicheskogo stroeniya, veshchestvennogo sostava i genezis proyavleniya novogo zoloto-argillitovogo tipa orudneniya. *Geologiya i poleznye iskopaemye basseina reki Zerafshan. Materialy nauchno-proizvodstvennoi sessii, Dushanbe*, 11-20. (in Russian).
5. Finkelshtein, Yu. V. (1986). Otchet o rezul'tatakh detal'nykh poiskov zolota i drugikh poleznykh iskopaemykh na Akatinskoi perspektivnoi ploshchadi i na uchastke Akba za 1982-86 g.g. Tashkent. (in Russian).
6. Yarboboev, T. N., Ochilov, I. S., Sulstonov, Sh. A., & Khushvakov, B. A. (2020). Mineralogo-geokhimicheskie osobennosti teletermal'nogo zolotogo orudneniya v karbonatnykh porodakh Chakylkalyanskogo megabloka (Yuzhnyi Uzbekistan). *Gornyi vestnik Uzbekistana*, (3 (82)), 27-31. (in Russian).
7. Guzanov, M., & Kochetkov, N. (1974). Otchet o rezul'tatakh detal'noi razvedki Severnogo uchastka Yakhtonskogo vol'framovogo m-niya za 1972-74 gg. po sost. na 1. VIII. 74., Samarkandskaya obl. 1. Kn. 1. (in Russian).
8. Dzhantuganov, N. I., & Terletskii, O. G. (1996). Prognoznaya otsenka Karatyube-Chakylkalyanskogo gornorudnogo raiona na zoloto s vyyavleniem rudnykh polei i lokal'nykh geologo-strukturnykh pozitsii rtutno-zolotorudnoi dzhasperoidnoi formatsii na 1993-1996 g.g. Fond. Tashkent. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 30.04.2021 г.*

*Принята к публикации
05.05.2021 г.*

Ссылка для цитирования:

Ярбобоев Т. Н., Султанов Ш. А., Очиллов И. С. Роль окружающей среды в размещении апокарбонатного золотого оруднения Чакылкалянского мегаблока (Южный Узбекистан) // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №6. С. 38-51. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/05>

Cite as (APA):

Yarboboev, T., Sultanov, Sh., & Ochilov, I. (2021). Role of the Environment in the Placement of Apocarbonate Gold Mineralization Chakylkalyan Megablock (Southern Uzbekistan). *Bulletin of Science and Practice*, 7(6), 38-51. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/67/05>