

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ КАРЛИНСКОГО ТИПА

Мундузова М.А.¹, Сайитов С.С.¹, Нурходжаев А.К.²

¹Государственное Учреждение «Институт минеральных ресурсов», Узбекистан
100164, Ташкент, ул. Олимлар, д. 64: mavlyuda.munduzova1956@gmail.com

²Государственное Учреждение «Институт геологии и геофизики»
имени Х.М.Абдуллаева, Узбекистан
100164, Ташкент, ул. Олимлар, д. 64

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE GOLD CONTENT IN TERRIGENOUS-CARBONATE DEPOSITS OF THE ALMALYK ORE REGION WITH DEPOSITS OF THE KARLIN TYPE

Munduzova M.A.¹, Sayitov S.S.¹, Nurkhodjaev A.K.²

¹Institute of Mineral Resources, Uzbekistan
64, Olimlar str., Tashkent, 100164: mavlyuda.munduzova1956@gmail.com

²Institute of Geology and Geophysics named after H.M.Abdullayev, Uzbekistan
64, Olimlar str., Tashkent, 100164

Keywords: Gold content, terrigenous-carbonate deposits, dolomites, comparison, Almalyk, Karlin, manifestations, deposits

Summary. For the first time in Uzbekistan, studies on gold content in terrigenous-carbonate deposits of the Almalyk ore region were conducted by M.A.Munduzova, S.T.Badalov and others. The gold content was determined both – in the rocks composing these strata and individual occurrences within them. Gold mineralization in terrigenous-carbonate strata can be one of the unconventional sources of gold mineralization. The selected samples from gray, black dolomites containing organic compounds (bituminous) were analyzed both in laboratories of the Republic of Uzbekistan and in laboratories of the USA. The convergence of the results obtained in the laboratories of the two countries was confirmed. Gold mineralization in terrigenous-carbonate rocks in both provinces is finely dispersed, difficult to diagnose and difficult to extract. The author continues the laboratory and technological research on the extraction of gold from terrigenous-carbonate rocks, including studies to determine the relationship of thin, scattered gold with organic matter in black, bituminous dolomites. Gold in sedimentary terrigenous-carbonate rocks is finely disseminated with organic matter. Carlin-type gold deposits are hosted in carbonate sediments and are represented by fine-grained sulfide mineralization. Varieties of gold are distinguished: films on the surface of pyrite and amorphous carbon, gold-organic compounds, native gold, gold in realgar and native arsenic. The most favorable prospecting and predictive signs of such mineralization in the Chatkal-Kurama region are lithological and structural factors, certain formations and areas of conjugation of multidirectional faults and interformational positions in the form of scanning, ferruginization, crushing and other secondary changes.

© 2025 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Золоторудные месторождения Карлинского типа являются сингенетично-эпигенетическими, вкрапленными, золотоносными пиритовыми (марказитовыми или арсенопиритовыми) месторождениями, характеризующимися измененными карбонатными породами – аргиллитизированными, сульфидизированными и окремненными (Hofstra, Cline, 2000). Месторождения встречаются в рудных узлах (кластерах), сосредоточенных вдоль достаточно протяженных разломов (Волков, Галямов, 2020).

Месторождения золота Карлинского типа с более 10 000 т запасами составляют около 9-10% мирового производства золота (Волков, Сидоров, 2016). Запасы золота на месторождении Карлинского типа в северной Неваде – 5500 т и по значимости уступают только таковому Витватерсранду в Южной Африке. Месторождение Карлинского типа в районе Дянь-Цянь-Гуй в Западной части Циньлин на юге Китая характеризуются запасами 400 т (Saunders et al., 2014). В

районе Голд Бар (Gold Bar) размещены пять золотоносных месторождений Карлинского типа, которые по совокупности запасов золота достигают 1.6 млн. унций (Yigit, Hofstra, 2003).

Месторождения Карлинского типа размещаются в пределах золоторудного пояса штата Невада (Birak, Hawkins, 1985) и встречаются в сложной геологической обстановке в северо-центральной части Невады, которую обычно называют протерозойской рифтовой западной окраиной Северо-Американского кратона (Hollingsworth et al., 2018). Месторождения золота Карлинского типа являются золото-полисульфидными, тонковкрапленные золотосульфидные руды находятся в ассоциации с реальгаром, аурипигментом и антимонитом (Ибламинов, 2019). В джаспероидах большинство трещин и каверн заполнено друзовым кварцем и могут содержать каолинит, антимонит, барит, кальцит (Cline et al., 2005).

Геохимический профиль руды – Au–Tl–As–Hg–Sb–(Te)–Ba – характеризуется низкими содержаниями Ag и полиметаллов (Волков, Сидоров, 2016). Распределение растворенных рудных компонентов отражает реакции между магматическими гидротермальными флюидами, богатыми Na, и вмещающими породами, богатыми Ca и Mg (Jin et al., 2021). Результаты исследований Йигита и Хофстра показали, что изменение литохимических показателей рудовмещающих пород свидетельствуют о прогрессирующем окремнении, декарбонизации (декальцитизации и дедоломитизации), аргиллизации (иллит) и сульфидизации в зависимости от минерализации золота (Yigit, Hofstra, 2003).

В последнее время проводятся многочисленные работы по выявлению золоторудных месторождений на территории СНГ. А.С.Борисов оценил перспективы золотой минерализации Карлинского типа участка Охловской в Пермском крае. Золото – тонковкрапленное с содержанием органического вещества (Борисов, 2018). Результаты анализа геофизических моделей земной коры показали сходство геодинамических обстановок формирования невадийских и сакындинских месторождений Карлинского типа, что подтверждает высокие перспективы открытия крупных месторождений в этом арктическом районе Якутии (Волков и др., 2020).

Предпосылки обнаружения золотосульфидного оруденения в палеозойских терригенно-карбонатных толщах Момотайской площади Магаданской области установлены Рязановым К. По среднему течению ручья Ясный выявлены комплексные аномалии золота, бария, сурьмы, ртути и других элементов, которые характерны для месторождений Карлинского типа (Рязанов,

Енгальчев, 2020). Результаты работ Хомича и Борискиной свидетельствуют о сопоставимости тектоно-стратиграфических факторов и геодинамических позиций, повлиявших на формирование месторождений Карлинского типа в Неваде (США) и в юго-западных провинциях Китая и Приамурья (РФ) (Хомич, Борискина, 2020).

Для Восточного Казахстана впервые выделены новые апокарбонатные формационные типы золотоносных джаспероидов. На примере Байбурунского рудного поля изучены структурно-геологические особенности рудных тел золотоносных джаспероидов (Кузьмина, 2015).

В Узбекистане впервые было выявлено несколько объектов золота, размещенных в карбонатных отложениях и представленных тонкозернистой сульфидной минерализацией в горах Букантау, Чакилкалян, Чаткало-Кураме. Нетрадиционные апокарбонатные типы золотого оруденения (Карлинский тип) в Узбекистане довольно широко рассмотрены в работе В.Д. Цоя (Цой, 2010; Цой и др., 2011), М.А.Мундузовой (2004; Цой и др., 2011). Построенная модель формирования апокарбонатного золотого оруденения отражает привнос рудоносных растворов $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ (Au, WO_3) вдоль рудоподводящего разлома, наложение их на доломиты с образованием кварца, шеелита и золота (Цой, 2010; Цой и др., 2011).

Черты сходства с металлогеническими позициями (наличие золоторудной провинции) Провинции Бассейнов и Хребтов Западного Тянь-Шаня по комплексу признаков охарактеризованы Поповым (1958). Алмалыкский рудный район расположен на северных склонах Кураминского хребта и входит в состав Кураминской подзоны Чаткало-Кураминской структурно-фациальной зоны (Акбаров, Умарходжаев, 1978).

Особенности геологического строения месторождений Карлинского типа

Карлинский тип характеризует часть мезозойско-кайнозойской золотоносной провинции, протянувшейся с севера на юг вдоль западной части Северной Америки, к которой относятся месторождения коренного золота различных геолого-промышленных типов. Карлинская залежь, находящаяся в Центре рудного поля, стала типовой для класса осадочных мелковкрапленных золотоносных месторождений, обычно известных как «залежи Карлинского типа». Открытое в 1960 г. геологами «Ньюмонт Майнинг», оно стало первым в мире крупным месторождением золота, разрабатывавшимся методом открытой добычи. С того времени в районе было обнаружено более 30 отдельных месторождений.

Золотое оруденение типа Карлин локализуется в существенно карбонатных породах во всем стратиграфическом диапазоне от ордовика до позднего триаса включительно. Здесь выявлено тонкодисперсное золото субмикроскопических размеров, аккумулированное в пирите. Околорудные процессы представлены окварцеванием, аргиллитизацией пород, переотложением углеродистого вещества (Clark, 1970; Radtke, 1985).

Формирование месторождений Карлинского типа связывают с постмагматическими флюидами. Данные о распределении растворенных веществ свидетельствуют о реакции флюид-породы между богатыми Na магматическими гидротермальными флюидами и вмещающими породами, богатыми Ca и Mg (Акбаров, Умарходжаев, 1978).

Исследование мантийных плюмов месторождения типа Карлин в пределах бассейна Юцзян в восточной части крупной магматической провинции Эмэйшань указывает на возраст 260 млн. лет (Zhu et al., 2020).

Rb–Sr изотопный анализ золотосодержащих кварцевых флюидных включений золоторудного месторождения Нибао в Китае определяет его Rb–Sr изохронный возраст 142 ± 3 и 141 ± 2 млн. лет (Lulin Zheng et al., 2019).

Месторождение Карлин находится в северной части штата Невада, примерно в 50 км к западу от г. Элко. Месторождение располагается у восточного края тектонического окна Линн в зоне надвига Робертс-Маунтинс. В районе выделяется 8 таких окон с собственными наименова-

ниями. Тектоническое окно Линн представляет собой выход на поверхность карбонатных пород лежащего бока надвига (автохтона). Оруденение приурочено к верхней части формации Робертс-Маунтин, представленной илестыми тонкослоистыми известняками, доломитистыми известняками, содержащими глинистый и песчанистый материал (рис.1).

Между разломами заключено все золотое оруденение, представленное Восточным, Главным и Западным рудными телами пластовой формы, в целом согласными со слоистостью. На стыке Главного и Восточного рудных тел пластовые залежи размещаются в два яруса друг над другом.

Выделяются разновидности золота:

- пленочные, на поверхности пирита и аморфного углерода;
- золотоорганические соединения;
- самородное золото;
- золото в реальгаре и самородном мышьяке.

Основная масса золота тяготеет к пириту и как бы пропитывает его.

На месторождении выделяется два типа рудных тел:

- согласные со слоистостью пластообразные залежи;
- залежи в сбросах и придайковом пространстве, сопряженные с пластовыми телами и удаленные от них.

Разведанные запасы руд, пригодные для открытой разработки, составляют 10 млн. тонн при среднем содержании золота 1.1 г/т.

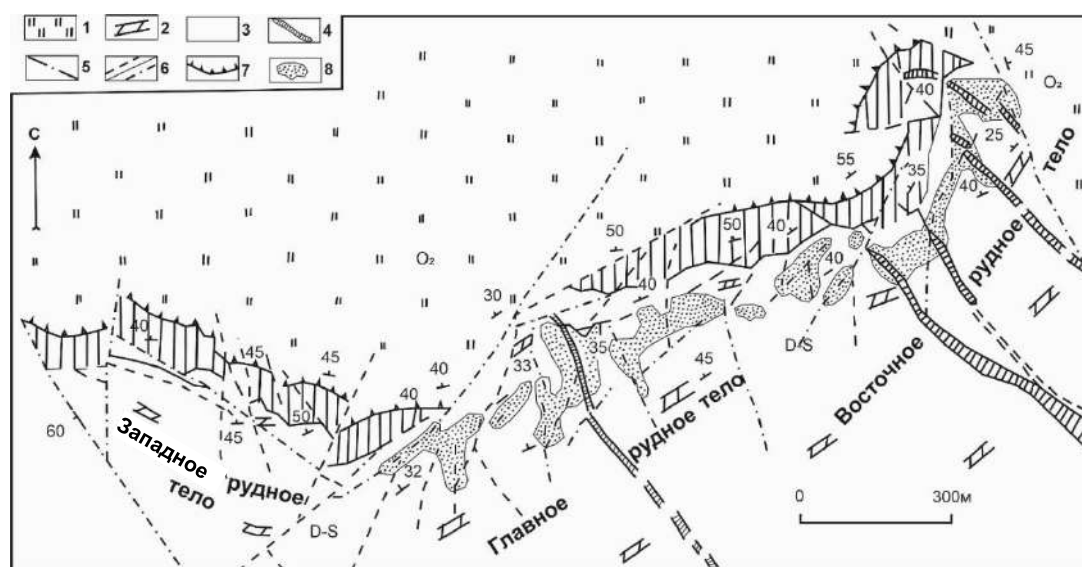


Рис. 1. Геологическая карта месторождения Карлин (по материалам A.S.Radtke, (Radtke, 1985))

1 – кремнистые и углисто-глинистые сланцы (O₂); 2 – глинистые доломиты (D-S); 3 – известняки (D₁); 4 – дайки гранодиорит-порфиров (J₃-K); 5 – протяженные, возможно рудоконтролирующие разломы; 6 – непротяженные разломы: а) прослеженные участки, б) фланговые участки; 7 – взброс Роберт Маунтин; 8 – золоторудные залежи

Месторождение Гэтчел расположено в северо-восточной части штата Невада (рис. 2). К зоне дробления сброса приурочено 2200-метровое ленточное тело север-северо-западного направления с апофизами, проникающими в гранодиориты. Максимальные мощности рудных тел в аргиллитах и на контактах этих пород с известняками – 35 м. Отрабатывались руды с содержаниями более 3-5 г/т золота. В руде часть золотинки имеет размер до 4 мкм.

Месторождение Кортец залегает в доломитизированных известняках, насыщенных синге-

нетическим пиритом. Золотое оруденение приурочивается к зонам разломов и горизонтам выщелачивания. Субмикроскопическое золото размером от 0.2 до 10 микронов устанавливается в халцедоне, кварце, лимонитизированном пирите и гидрослюдах.

В Алмалыкском рудном районе (Центральный блок) в геолого-структурном отношении и по метасоматическим преобразованиям рудопроявление Балантепе сходно с месторождением Кортец (рис. 3, 4).

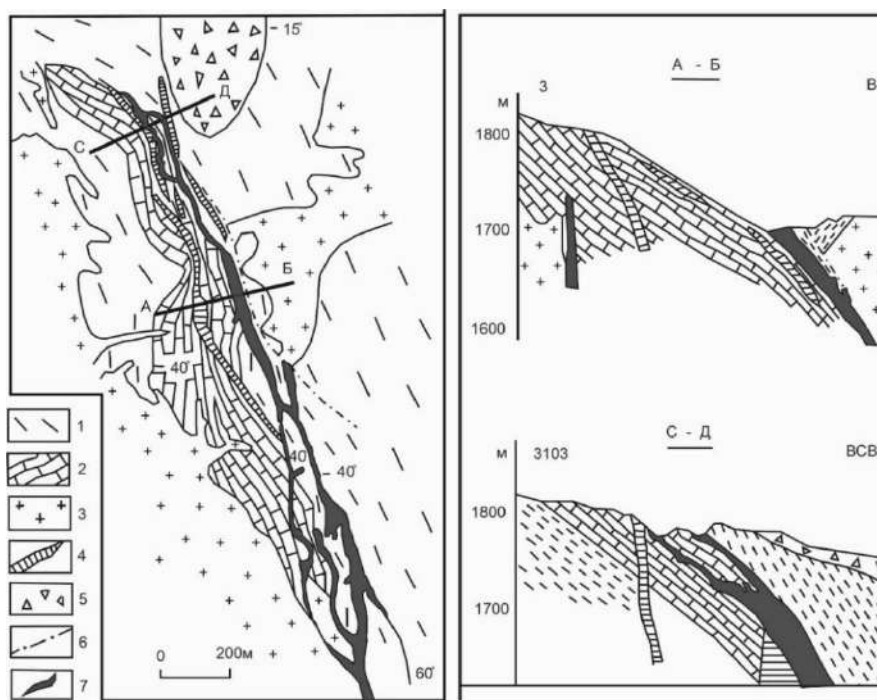


Рис. 2. Геологическая схема месторождения Гэтчел (по материалам Е.М.Некрасова, (Некрасов, 1988))

1 – аргиллитовые сланцы, 2 – известняки, 3 – гранодиориты, 4 – андезитовые порфиры, 5 – риолитовые туфы, 6 – разрывы, 7 – залежи прожилково-вкрапленных руд

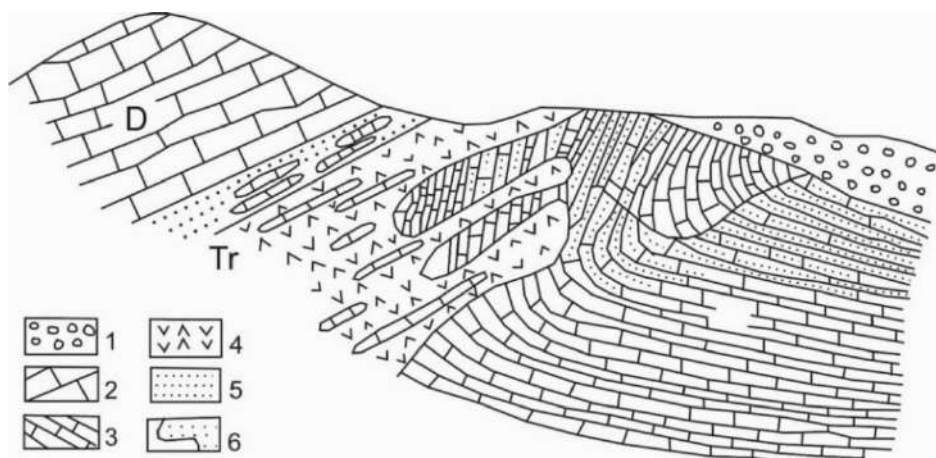


Рис. 3. Геологический разрез через месторождение Кортец

1 – четвертичные отложения; 2 – известняки формации Венбан; 3 – известняки и известковистые алевролиты формации Роберт Маунтин; 4 – биотит-кварцевые порфиры; 5 – зона измененных (окремненных, осветленных окрашенных гидроокислами железа в бурый свет) известняков; 6 – золотоносные тела

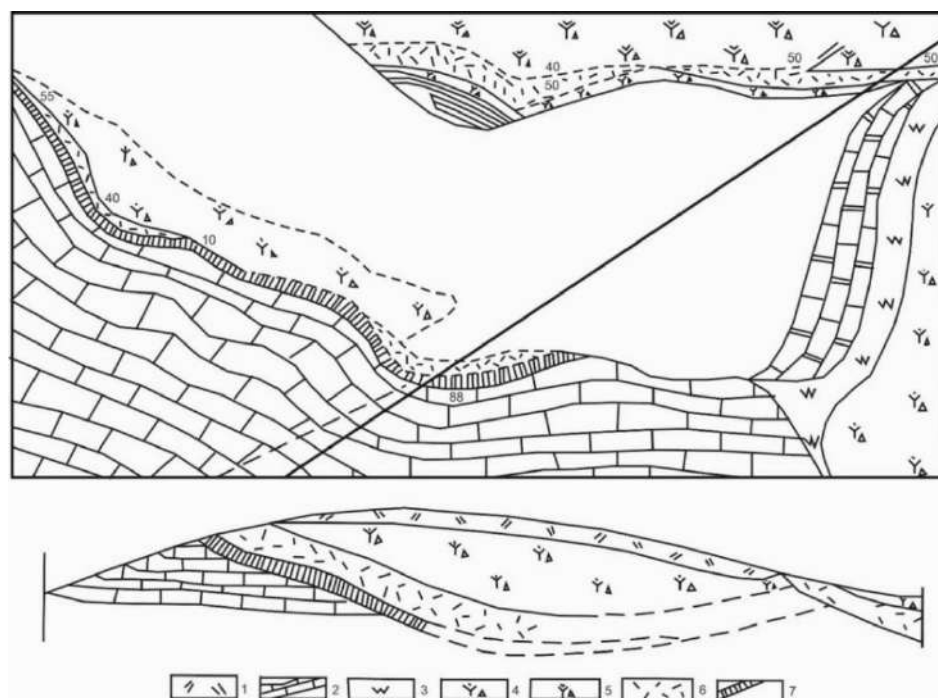


Рис. 4. Схема геологического строения рудопроявления Балантепе
(по материалам М.А.Мундузовой, 2004)

1 – наносы; 2 – карбонаты Дз; 3 – монокварциты; 4 – брекчии андезито-дацитового состава С₂; 5 – андезито-дацитовые порфириты; 6 – зоны дробления; 7 – зоны окварцевания

Е.М.Некрасов Карлинский тип относит к месторождениям углеродсодержащих карбонатных и терригенных (вулканогенных) карбонатных толщ. Он подчеркивает, что географически месторождения этого типа размещаются в пределах золоторудного пояса штата Невада. На других территориях США рудные объекты рассматриваемого типа чрезвычайно редки (Некрасов, 1988).

Специфика месторождений Карлинского типа, как подчеркивает А.И.Кривцов, заключается в том, что оруденение в большинстве случаев оказывается представленным пластовыми залежами кварцевых метасоматитов джаспероидного типа, тонко- и даже скрытокристаллического облика (Кривцов, 1988). Залежи содержат обильную вкрапленность пирита и сульфидов сурьмы, мышьяка, ртути, преобладающих над сульфидами цветных металлов. Почти все известные месторождения возникают в активизированных зонах передовых прогибов складчатых систем или окраин кратонов, платформ.

Месторождения обладают специфическими чертами:

- представляют собой минералого-геохимическую ассоциацию при нахождении мышьяка преимущественно в виде реальгара и аурипигмента;
- характеризуются тонкодисперсной формой нахождения золота в рудах и его парагенезисом с кварцем, глинисто-гидрослюдистыми минералами и «битумами»;

– вне зависимости от структурно-морфологических типов рудных тел, трещинные или пластообразные, все они локализуются в горизонтах определенного литологического состава.

Месторождения типа Карлин локализуются в известняках, доломитах, известковистых сланцах различного возраста: ордовик (месторождение Джеррит Каньон), девон (Карлин, Гэтчел, Голд Акресс, Бутстрон, Манхеттен, Меркур и др.), триас (Релайф-Каньон), ордовик, силур, девон, триас (Магги Крик) (рис. 5).

Эксплуатирующиеся руды имеют предельно бедные содержания, иногда ниже 1г/т. Поэтому в разведку вовлекаются только те объекты, которые могут разрабатываться открытым способом с применением кучного выщелачивания руд. А.С.Радтке относит Карлинский тип месторождений к стратиформным и допускает длительность формирования месторождений с выделением сингенетического этапа рудонакопления и эпигенетического этапа перераспределения руд. Главным фактором прогноза подобных объектов следует считать литолого-стратиграфический контроль оруденения, его приуроченность к определенным фациям и формациям. Основные признаки, контролирующие размещение месторождений типа Карлин:

- литологический признак – размещение месторождений в известняках, доломитах, известковистых сланцах, конгломератах, обогащенных углеродсодержащим веществом;

– геотектонический признак – размещение в геосинклинально-складчатой системе с наложенным континентальным рифтом;

– металлогенический признак – размещение месторождений в золотоносной провинции, где наряду с месторождениями золота типа Карлин имеются золотосодержащие месторождения других формаций (скарновая, медно-порфировая, полиметаллическая и медно-колчеданная);

– структурный признак – оруденение контролируется крупными региональными нарушениями. Практически всё оруденение локализуется в подэкранных позициях. Размещение рудных тел приурочено к сколовым нарушениям. Наличие этих признаков в других регионах является

достаточным для положительной оценки их металлогенического потенциала на Карлинский тип месторождений золота.

Признаки геологической общности территорий и месторождений Карлинского типа и Алма-лыкского рудного района (Центральный блок)

По результатам сопоставления региональных геологических и металлогенических особенностей западной части североамериканского континента с Чаткало-Кураминским регионом для оценки металлогенического потенциала территории на золотое оруденение Карлинского типа можно заключить следующее.

	Аллювий
	Карлинская формация 550' выветрелые гуды, озерные вулканокластические осадки, гравий и коллювий, кварцевые монзониты, монзониты, дайки.
	Пачка Quarry 700' Переслаивание аргиллитов, кремнистых образований, глинистых сланцев, известняков и песчаников.
	Пачка James Creek 200 -400' Переслаивание черных тонкослоистых кремнисто-известковистых сланцев, доломитов и аргиллитов.
	Девонские известняки 100 -400' средне-тонкослоистые известняки, илистые и глинистые образования.
	Формация Роберт Маунтинс 1000'-1500' средне-тонкослоистые серые известняки и доломиты, глинистые и доломитистые алевролиты.
	Формация Hanson Creek 600 -900' Окварцованные черные битуминозные известковистые сланцы, переходящие в битуминозные известняки.

Рис. 5. Генеральная стратиграфическая колонка Магги Кreek Subdistrict (по материалам геохимической конференции по Карлинскому тренду, 1991).

На Американском континенте месторождения типа Карлин находятся в Провинции Бассейнов и Хребтов, которая в геотектоническом плане представляет собой континентальный рифт на геосинклинально-складчатой системе Кордильер.

Территория Кураминской подзоны представляет собой геосинклинально-складчатую область, подвергшуюся континентальному рифтогенезу в позднем палеозое. Рудовмещающие толщи формировались в близких палеогеографических условиях. Это морские мелководные и лагунные бассейны, где формировались толщи, состоящие из различного чередования известняков, доломитов, песчаников, алевролитов с прослоями гипсов, с резкой сменой гидродинамических и гидрохимических режимов. Для них характерна интенсивная насыщенность отдельных ритмов органическим веществом. Особый палеотектонический режим, наличие крупных долгоживущих разломов обусловили обогащение осадков, в первую очередь содержащих органическое вещество, сингенетичными концентрациями золота, свинца, цинка и других элементов.

Вещественный состав и минералогические особенности руд, типичные для Карлинского типа, мало изучены в Алмалыкском рудном районе. Химико-аналитическими исследованиями терригенно-карбонатных пород Алмалыкского рудного района установлено наличие ртути, варьирующей от 0.09 до 2.1 г/т. Контрольные анализы карбонатных пород, проведенные в лаборатории «Newmont» (1998), показали тот же порядок содержаний ртути от 0.8 до 4.5 г/т. (табл. 1, 2). Низкие содержания ртути в карбонатных породах Алмалыкского рудного района, по сравнению с Карлинским типом, объясняются металлогеническими особенностями исследуемого региона, характеризующегося активной магматической деятельностью в палеозойское время.

Ртуть является элементом широкого рассеяния, поэтому она для районов с активным магма-

тизмом не характерна. Ртутные месторождения, как правило, являются телетермальными, удаленными от магматизма (Мундузова, 2020).

Для Алмалыкского рудного района и Карлинского типа характерны: первое – сквозной характер золоторудной минерализации, которая встречается как в самих высокотемпературных (скарны), так и средне- (порфиновые руды) и низкотемпературных (зоны окварцевания и доломитизации) образованиях. Это – единое «рудное дерево». Второе – четко выраженная структурно-генетическая позиция оруденения, его связь в данном случае с более высокотемпературными образованиями. В этом случае, по-видимому, можно выстроить единый ряд золоторудных формаций – эпискарновый, медно-порфировый, полиметаллический и, собственно золоторудный, с объектами низкотемпературного тонкодисперсного золота. Третье – связь золотого оруденения Алмалыкского рудного района с определенными типами пред- и внутрирудных метасоматитов: зонами окварцевания, развивающимися на фоне блоков пород, подвергшихся предрудной доломитизации.

В Алмалыкском рудном районе проявления золота размещаются в карбонатных породах верхнего девона (франский и фаменский ярусы). Обязательными элементами являются пологие структуры экранирования. В районе Карлинского типа это пологие надвиги (формация Виннини, фация Попович), в Алмалыкском рудном районе – подошва вулканитов верхнего палеозоя. В Алмалыкском рудном районе роль пологих экранов могут играть подошвы пород с различными физическими свойствами: контакт кварцевых порфиров D₂ и карбонатных толщ D₃ (участок Карасай), то же наблюдается в районе Карлинского типа (Кортец-фация Попович, формация Виннини). Аналогичные примеры можно привести — это месторождение Булуткан в Кызылкумах, месторождения Бургунда, Скальное, Джаманкудук в Таджикистане (рис. 6.).

Таблица 1

Результаты нейтронно-активационного анализа карбонатных пород по данным ОАО «ANALIT – SERVIS», на золото и ртуть, в г/т

№№ п/п	Название породы	Au	Hg
1	Аргиллит окварцованный	0.4	0.4
2	Доломит окварцованный	2.5	2.1
3	Песчаник окварцованный	1.3	0.5
4	Доломит окварцованный	1.2	1.4
5	Доломит ожелезненный, окварцованный	1.1	1.4
6	Известняк окварцованный	1.5	0.1
7	Доломит ожелезненный, окварцованный	2.0	0.5
8	Доломит ожелезненный, окварцованный	1.4	0.4
21	Песчаник ожелезненный	2.3	0.09
29	Аргиллит ожелезненный, окварцованный	0.05	0.09
29/1	Известняк ожелезненный	0.3	0.05
32	Доломит ожелезненный, окварцованный	0.3	0.1

Таблица 2

Вариации содержания основных элементов в карбонатных породах Алмалыкского рудного района, по данным лаборатории «Newmont», в г/т

Название пород	Au	Sb	As	Ba	Ca	Cr	Cu	Pb	Mn	Hg	Mo	Ag	Zn
Карбонатная порода	1-3	2.9-130	14-1245	20-37	1>15%	83-566	13-171	22-4580	80>10000	0.8-4.5	2.6-27.6	0.12-22.2	16-4390

В обоих районах пространственно и во времени месторождения связаны с проявлениями магматической деятельности. В Алмалыкском рудном районе это кварцевые порфиры, гранодиориты, сиенито-диориты Сз, в Карлинском типе – третичные субинтрузивные породы, представленные кварцевыми монцонитами, гранодиоритами.

Вещественный состав рудных тел, минеральные ассоциации, типоморфные особенности слагающих их минералов имеют как сходства, так и отличия:

– обладают нераспознаваемыми признаками осадочного золота, именуемыми «микроскопическим золотом» или «невидимым тонкодисперсным золотом»;

– характеризуются геолого-структурными условиями размещения оруденения;

– имеет место широкое развитие процессов окварцевания, доломитизации, аргиллитизации, низкотемпературного кварц-серицитового метасоматоза;

– состав вмещающей среды – терригенно-карбонатные образования;

– обладают близким минеральным составом руд умеренно- и малосульфидных месторождений Алмалыкского рудного района (Каратагата, Карасай, Серая Скала, Бургунда, Южный-П) с типичными месторождениями Карлинского типа (Гэтчел, Эврика, Батл Маунтин);

– выявлен одинаковый литолого-стратиграфический контроль оруденения.

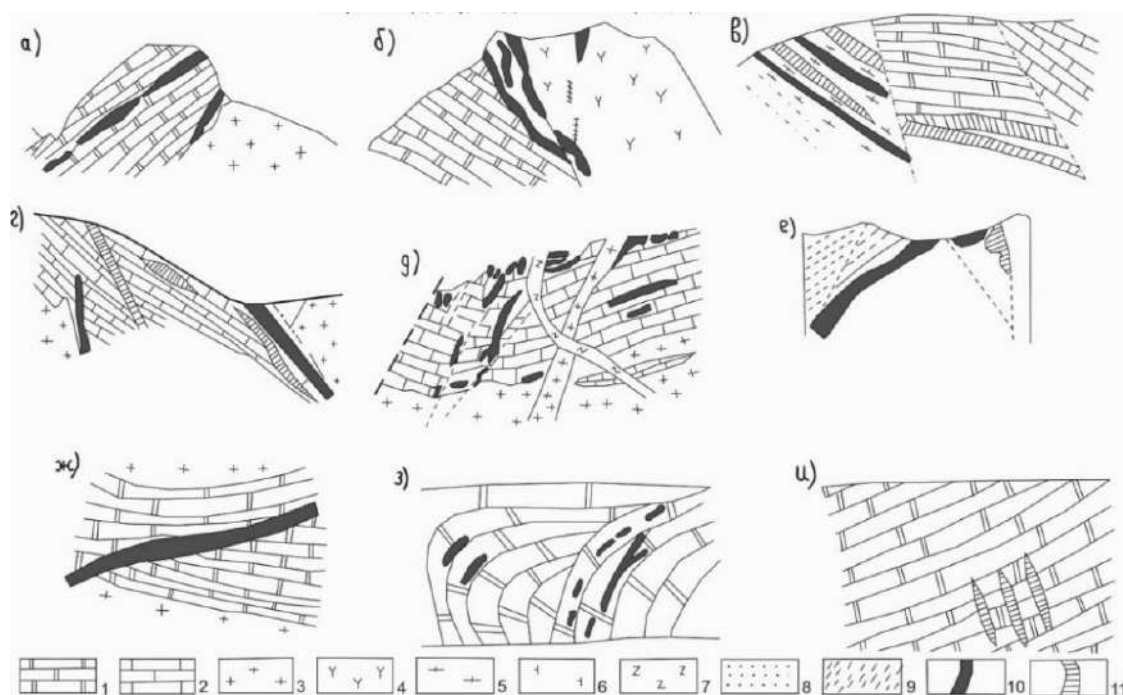


Рис.6. Структурно-морфологические особенности размещения рудных тел на примере Алмалыка (а. б, в), Карлина (г,д,е), Таджикистана (ж,з,и)

1 – доломиты; 2 – известняки; 3 – гранодиориты; 4 – андезито-дацитовые порфиры; 5 – кварцевые порфиры; 6 – туфы с подчиненными конгломератами, песчаниками, известняками; 7 – риолиты; 8 – формация Роберт Маунтинс; 9 – глинистые сланцы; 10 – рудные тела; 11 – зона окварцевания, джаспероиды

Выводы

Вещественный состав рудных тел, минеральные ассоциации, типоморфные особенности слагающих их минералов имеют как сходства, так и отличия:

- обладают нераспознаваемыми признаками осадочного золота, именуемого «микроскопическим золотом» или «невидимым тонкодисперсным золотом»;
- характеризуются геолого-структурными условиями размещения оруденения;
- имеет место широкое развитие процессов окварцевания, доломитизации, аргиллитизации, низкотемпературного кварца-серицитового метасоматоза;
- обладают близким минеральным составом руд умеренно- и малосульфидных месторож-

дений Алмалыкского рудного района (Карасай, Серая Скала, Бургунда, Южный-II) с типичными месторождениями Карлинского типа (Гэтчел, Батл Маунтин, Кортц);

- выявлен одинаковый литолого-стратиграфический контроль оруденения;
- установлена близкая геохимическая характеристика руд (за исключением Hg);

Разновозрастные рудные образования на разных континентах вряд ли будут полностью идентичны. Они сходны в главном – в литолого-стратиграфическом контроле оруденения, в геотектоническом режиме формирования как рудовмещающих толщ, так и рудных тел, а также в парагенезисе рудных формаций.

ЛИТЕРАТУРА

- Акбаров Х.А., Умарходжаев М.У. и др. Типы геолого-структурных позиций, рудных полей и месторождений Чаткало-Кураминского региона. В кн.: Структурные условия размещения руд, методы их прогнозирования, оценки и разведки, Среднеазиат. Научн.-исслед. Ин-т геология и минер. сырья (САИГИМС). Ташкент, вып.1, 1978, с 44-51.
- Борисов А.С. Особенности распределения золота в терригенно-карбонатных комплексах на западном склоне Урала. В: Стратегия и процессы освоения георесурсов. Сборник научных трудов, Пермь, выпуск 16, 2018, с. 70-74.
- Волков А.В., Галямов А.Л. Геофизическая модель земной коры, геодинамические обстановки и перспективы открытия месторождений золота карлинского типа в Арктической зоне Республики Саха (Якутия). Арктика: экология и экономика. No. 1 (37), 2020, с. 82-94, DOI: 10.25283/2223-4594-2020-1-82-94.
- Волков А.В., Галямов А.Л., Лобанов К.В. Перспективы открытия новых крупных месторождений стратегических металлов в Арктической зоне России. Труды Фермановской научной сессии, ГИ КНЦ РАН, No.17, 2020, с. 89-96, <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17/017>.
- Волков А.В., Сидоров А.А. Геолого-генетическая модель месторождения золота карлинского типа. Литосфера, No. 6, 2016, с. 145-165.
- Ибраминов Р.Г. Геология месторождений полезных ископаемых (Геология и генезис месторождений эндогенной серии. 2-я часть). Издательский центр Пермского государственного национального исследовательского университета. Пермь, 2019, 232 с.
- Кривцов А.И. Основные тенденции развития минерально-сырьевой базы цветных и благородных металлов за рубежом. Советская геология, No. 2, 1988, с. 37-46.
- Кузьмина О.Н. Геология, минералогия и условия формирования золото-сульфидного оруденения восточного Казахстана (на примере Байбуринского и Жайминского рудных полей). Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.г.-м.н., Новосибирск, 2015, 240 с.
- Мундузова М.А. Золотоносность среднепалеозойских терригенно-карбонатных толщ Алмалыкского рудного района (Центральный блок). Ташкент, Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. 2004, 109 с.
- Некрасов Е.М. Зарубежные эндогенные месторождения золота. Недра. Москва, 1988, 286 с.
- Попов В.И. История депрессий и поднятий Западного Тянь-Шаня. Ташкент, 1958, 135 с.

REFERENCES

- Akbarov H.A., Umarchodjaev M.U., et al. Types of geological and structural locations, ore fields and deposits of the Chatkal-Kurama region. In: Structural conditions of ore placement, methods of their prediction, evaluation and exploration, Tashkent, Central Asian scientific-research Institute of Geology and Mineral Raw Materials, issue 1, 1978, pp. 44-51 (in Russian).
- Birak D.J., Hawkins R.B. The geology of the Enfield Bell mine and the Jerritt Canyon district, Elko county, Nevada. US Geol. Surv. Bull., No. 1646, 1985, pp. 95-106.
- Borisov A.S. Features of gold distribution in terrigenous-carbonate complexes on the western slope of the Urals. In: Strategy and processes of development of georesources. Collection of scientific papers, Perm, issue 16, 2018, pp. 70-74 (in Russian).
- Clark W.B. Gold districts of California. Bull. Calif. Division of mines and geology, Vol. 193. 1970, 186 p.
- 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. Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology 100th Anniversary Volume, 2005, pp. 451-484.
- Hofstra A.H., Cline J.S. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits. SEG Reviews, Vol. 13, 2000, p. 163-200.
- Hollingsworth E.R., Ressel M.W., Henry Ch.D. Age and depth of Carlin-type gold deposits in the Southern Carlin Trend: Eocene mountain lakes, big volcanoes, and widespread, hallow hydrothermal circulation. Geological Society of Nevada field trip guidebook: Shallow expressions of Carlin-type gold deposits: Alligator Ridge and Emigrant mines, Nevada. 2018, pp. 149-173.
- Iblaminov R.G. Geology of mineral deposits (Geology and genesis of endogenous series deposits. 2nd part). Publishing Center of Perm State National Research University. Perm, 2019, 232 pp. (in Russian).
- Jin X., Yang C., Liu J., Wu Y. Source and evolution of the ore-forming fluids of Carlin-type gold deposit in the Youjiang Basin, South China: Evidences from solute data of fluid inclusion extracts. Journal of Earth Science, Vol. 32, No.1, 2021, pp. 185-194, DOI: 10.1007/s12583-020-1055-x.
- Khomich V.G., Boriskina N.G. Potential prospects of detection of noble metal mineralization of the Carlin type in the Gonzhinsky district of the Amur region. Advances in modern natural science, No. 7, 2020, pp. 168-173, DOI:10.17513/use.37449 (in Russian).
- Krivtsov A.I. Main tendencies in the development of the mineral resource base of non-ferrous and precious metals abroad. Soviet Geology, No. 2, 1988, pp. 37-46 (in Russian).

- Рязанов К.П., Енгальчев С.Ю. Перспективы выявления объектов золотосульфидного оруденения Карлинского типа в палеозойских терригенно-карбонатных толщах Момотайской площади (Север Магаданской области). Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента. Материалы 29-й научной конференции Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2020, с.94-97.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Потенциальная перспективность обнаружения благороднометалльного оруденения карлинского типа в Гонжинском районе Приамурья. Успехи современного естествознания, No. 7, 2020, с. 168-173, DOI:10.17513/use.37449.
- Цой В.Д. Апокарбонатная модель формирования золотого оруденения Узбекистана. Матер. Всерос. Конф. «Самородное золото, типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». ИГЕМ РАН. Москва, Том II, 2010, с. 289-291.
- Цой В.Д., Королёва И.В., Мундузова М.А., Захидов А.Р. Нетрадиционный апокарбонатный тип золотого оруденения Узбекистана. (Отв. Ред. Исоков М.У.). Госком РУЗ по геологии и минеральным ресурсам, Госпредприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов». Ташкент, 2011, 174 с.
- Birak D.J., Hawkins R.B. The geology of the Enfield Bell mine and the Jerritt Canyon district, Elko county, Nevada. US Geol. Surv. Bull., No. 1646, 1985, pp. 95-106.
- Clark W.B. Gold districts of California. Bull Calif. Division of mines and geology, Vol. 193. 1970, 186 p.
- 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. Society of Economic Geologists, Inc. Economic Geology 100th Anniversary Volume, 2005, pp. 451-484.
- Hofstra A.H., Cline J.S. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits. SEG Reviews, Vol. 13, 2000, p. 163-200.
- Hollingsworth E.R., Ressel M.W., Henry Ch.D. Age and depth of Carlin-type gold deposits in the Southern Carlin Trend: Eocene mountain lakes, big volcanoes, and widespread, shallow hydrothermal circulation. Geological Society of Nevada field trip guidebook: Shallow expressions of Carlin-type gold deposits: Alligator Ridge and Emigrant mines, Nevada. 2018, pp. 149-173.
- Jin X., Yang C., Liu J., Wu Y. Source and evolution of the ore-forming fluids of Carlin-type gold deposit in the Youjiang Basin, South China: Evidences from solute data of fluid inclusion extracts. Journal of Earth Science, Vol. 32, No.1, 2021, pp. 185-194, DOI: 10.1007/s12583-020-1055-x.
- Lulin Zheng, Ruidong Yang, Junbo Gao, Jun Cheng, Jianzhong Liu, Depeng Li. Quartz Rb-Sr isochron ages of two type orebodies from the Nibao Carlin-Type Gold Deposit, Guizhou, China. Minerals, Vol. 9(7), 399, 2019, pp. 3-15, DOI:10.3390/min9070399.
- Radtke A.S. Geology of the Carlin gold deposit, Nevada. US Geol. Surv. Profess. Paper. No. 1267, 1985, 124 p., <https://doi.org/10.3133/pp1267>.
- Saunders J.A., Hofstra A.H., Goldfarb R.J., Reed M.H. Geochemistry of hydrothermal gold deposits. Treatise on Geochemistry, 2nd Edition, Vol. 13, 2014, pp. 383-424, DOI:10.1016/B978-0-08-095975-7.01117-7.
- Yigit O., Hofstra A.H. Lithogeochemistry of Carlin-type gold mineralization in the Gold Bar district, Battle Mountain-Eureka trend, Nevada. Ore Geology Reviews, Vol. 22, No. 3-4, 2003, pp. 201-224, DOI:10.1016/S0169-1368(02)00142-7.
- Zhu J., Zhang Z.C., Santosh M., Jin Z.L. Carlin-style gold province linked to the extinct Emeishan plume. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 530, No. 115940, 2020. <https://doi.org/10.1016/ersl.2019.115940>.
- Kuzmina O.N. Geology, mineralogy and conditions of formation of gold-sulfide mineralization of the eastern Kazakhstan (on the example of Bayburin and Zhaimin ore fields). Abstract of the dissertation on the degree of candidate of geological and mineralogic sciences, Novosibirsk, 2015 (in Russian).
- Lulin Zheng, Ruidong Yang, Junbo Gao, Jun Cheng, Jianzhong Liu, Depeng Li. Quartz Rb-Sr isochron ages of two type orebodies from the Nibao Carlin-Type Gold Deposit, Guizhou, China. Minerals, Vol. 9(7), 399, 2019, pp. 3-15, DOI:10.3390/min9070399.
- Munduzova M.A. Gold content of the Middle Paleozoic terrigenous-carbonate strata of the Almalyk ore region (Central block). Dissertation on the degree of candidate of geological and mineralogical sciences, Tashkent, 2004, 109 p. (in Russian).
- Nekrasov E.M. Foreign endogenous gold deposits. Nedra. Moscow, 1988, 286 p. (in Russian).
- Popov V.I. History of depressions and uplifts of the Western Tien Shan. Tashkent, 1958, 135 p. (in Russian).
- Radtke A.S. Geology of the Carlin gold deposit, Nevada. US Geol. Surv. Profess. Paper. No. 1267, 1985, 124 p., <https://doi.org/10.3133/pp1267>.
- Ryazanov K., Engalichev S.Y. Prospects of identifying objects of gold-sulfide mineralization of the Carlin type in the Paleozoic terrigenous-carbonate strata of the Momontai area (North of the Magadan region). Structure, substance, history of the lithosphere of the Timan – North Ural segment. Proceedings of the 29th scientific conference of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktывkar, 2020, pp. 94-97 (in Russian).
- Saunders J.A., Hofstra A.H., Goldfarb R.J., Reed M.H. Geochemistry of hydrothermal gold deposits. Treatise on Geochemistry, 2nd Edition, Vol. 13, 2014, pp. 383-424, DOI:10.1016/B978-0-08-095975-7.01117-7.
- Tsoi V.D. Apocarbonate model of the formation of gold mineralization in Uzbekistan. Proc. All-Russian Conf. "Native gold, typomorphism of mineral associations, conditions of deposit formation, tasks of applied researches". Institute of geology of ore deposits, petrography, mineralogy and geochemistry of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Vol. II, 2010, pp. 289-291 (in Russian).
- Tsoi V.D., Koroleva I.V., Munduzova M.A., Zakhidov A.R. Non-traditional apocarbonate type of gold mineralization in Uzbekistan (Ed. Isokov M.U.). State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources, State Enterprise "Research Institute of Mineral Resources". Tashkent, 2011, 174 p. (in Russian).
- Volkov A.V., Galyamov A.L. Geophysical model of the Earth's crust, geodynamic conditions and prospects for discovering Carlin-Type ore deposits in the Arctic Zone of the Republic Of Sakha (Yakutia). Arctic: Ecology and Economy, No. 1(37), 2020, pp. 82-94 (in Russian).
- Volkov A.V., Galyamov A.L., Lobanov K.V. Prospects for discovery of new large strategic metals deposits in the Arctic zone of Russia. Proceedings of the Fersman Scientific Session, No.17, 2020, pp. 89-96, <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17/017> (in Russian).
- Volkov A.V., Sidorov A.A. The geological-genetic model of Carlin type gold deposits. Lithosphere, No. 6, 2016, pp. 145-165 (in Russian).
- Yigit O., Hofstra A.H. Lithogeochemistry of Carlin-type gold mineralization in the Gold Bar district, Battle Mountain-Eureka trend, Nevada. Ore Geology Reviews, Vol. 22, No. 3-4, 2003, pp. 201-224, DOI:10.1016/S0169-1368(02)00142-7.
- Zhu J., Zhang Z.C., Santosh M., Jin Z.L. Carlin-style gold province linked to the extinct Emeishan plume. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 530, No. 115940, 2020. <https://doi.org/10.1016/ersl.2019.115940>.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕРРИГЕННО-КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ КАРЛИНСКОГО ТИПА

Мундузова М.А.¹, Сайитов С.С.¹, Нурходжаев А.К.²

¹Государственное Учреждение «Институт минеральных ресурсов», Узбекистан
100164, Ташкент, ул. Олимлар, д. 64: mavlyuda.munduzova1956@gmail.com

²Государственное Учреждение «Институт геологии и геофизики» имени Х.М.Абдуллаева, Узбекистан
100164, Ташкент, ул. Олимлар, д. 64,

Резюме. Впервые в Узбекистане исследования по золотоносности в терригенно-карбонатных отложениях Алмалыкского рудного района проводили М.А.Мундузова, С.Т.Бадалов и др. Была определена золотоносность как непосредственно пород, слагающих эти толщи, так и отдельных проявлений в них. Актуальность этих исследований будет в дальнейшем способствовать расширению минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан. Золотая минерализация в терригенно-карбонатных толщах может быть одним из нетрадиционных источников золотого оруденения. Сравнительную характеристику золотоносности терригенно-карбонатных пород Алмалыкского рудного района с проявлениями и месторождениями Карлинского типа впервые дала автор статьи М.А. Мундузова в своей диссертационной работе. Отобранные пробы из серых и черных органосодержащих (битуминозных) доломитов проанализированы как в лабораториях Республики Узбекистан, так и в лабораториях США. Подтверждена сходимость полученных результатов по лабораториям двух стран. Золотая минерализация в терригенно-карбонатных породах в обеих провинциях имеет тонкодисперсный характер выделений, трудно диагностируется и сложно извлекается. Продолжаются лабораторно-технологические исследования по извлечению золота из терригенно-карбонатных пород, в том числе и исследование связи тонких, рассеянных золотин с органическим веществом в черных, битуминозных доломитах. Золото в осадочных терригенно-карбонатных породах тонковкрапленное с содержанием органического вещества. Золотые объекты типа Карлин, размещены в карбонатных отложениях и представлены тонкозернистой сульфидной минерализацией. Выделяются разновидности золота: пленочные на поверхности пирита и аморфного углерода, золото-органические соединения, самородное золото, золото в реальгаре и самородном мышьяке. Наиболее благоприятными поисково-прогнозными признаками подобных оруденений в Чаткало-Кураминском регионе являются литолого-структурные факторы, определенные свиты и участки сопряжения разнонаправленных разрывных нарушений и межформационные позиции в виде сканирования, ожелезнения, дробления и другие вторичные изменения.

Ключевые слова: золотоносность, терригенно-карбонатные отложения, доломиты, сравнение, Алмалык, Карлин, проявления, месторождения

KARLİN TIPLİ YATAQLARA MALİK ALMALIK FİLİZ RAYONUNUN TERRİGEN-KARBONAT ÇÖKÜNTÜLERİNİN QIZILLILIĞININ MÜQAYİSƏLİ SƏCİYYƏSİ

Munduzova M.A.¹, Sayitov S.S.¹, Nurhodayev A.K.²

¹“Mineral ehtiyatlar İnstitutu” Dövlət müəssisəsi, Özbəkistan
Daşkənd, Olimlar küç., 64, 100164: mavlyuda.munduzova1956@gmail.com

²“Geologiya və Geofizika İnstitutu” Dövlət müəssisəsi, Özbəkistan
100164, Daşkənd, Olimlar küç., 64

Xülasə. Munduzova M.A., Bədəlov S.T. və başqaları ilk dəfə Özbəkistanda Almalık filiz sahəsinin terrigen-karbonat çöküntülərinin qızılılığının tədqiqatlarını aparmışlar. Həm birbaşa bu qatları təşkil edən süxurların, həm də onların ayrı-ayrı təzahürlərinin qızılılığı təyin edilmişdir. Bu tədqiqatların aktuallığı gələcəkdə Özbəkistan Respublikasının mineral-xammal bazasını genişləndirməyə imkan verəcəkdir. Terrigen-karbonat qatlarında qızıl minerallaşması qızıl filizləşməsi mənbəyinin qeyri-ənənəvi növü ola bilər. Məqalə müəllifi M.A.Munduzova ilk dəfə öz dissertasiya işində Karlin tipli yataq və təzahürlərə malik Almalık filiz rayonunun terrigen-karbonat çöküntülərinin qızılılığının müqayisəli səciyyəsinə aparmışdır. Orqanik tərkibli (bitumlu) boz və qara dolomitlərdən götürülmüş sınaqlar həm Özbəkistan Respublikasının, həm də ABŞ-nin laboratoriyalarında təhlil edilmişdir. İki dövlətin laboratoriya nəticələrinin uyğunluğu təsdiqlənmişdir. Terrigen-karbonat qatlarında qızıl minerallaşması hər iki əyalətdə incədispers səciyyə daşıyır, çətin diaqnozlaşdırılır və çıxarılması mürəkkəbdir. Müəllif terrigen-karbonat süxurlardan qızılın çıxarılması üçün laborator-texnoloji tədqiqatları, həmçinin orqanik maddəyə malik qara, bitumlu dolomitlərdə incə, səpinti qızılın təyini üzrə araşdırmaları davam etdirir. Əvvəllər aparılmış işlərlə Özbəkistanda Bukantau, Çakilkalyan, Çatkal-Kuram dağlarında karbonat çöküntülərində yerləşmiş və incədənəli sulfid minerallaşması ilə təqdim olunmuş Karlin tipli qızıl obyektləri ayrılmışdır. Qızılın pirit və amorf karbon üzərində pərdə şəklində müxtəliflikləri, üzvi maddələr, sərbəst qızıl, realqar və sərbəst mərgümüşdə qızıl ayrılır. Çatkal-Kurama regionunda belə filizləşmənin ən əlverişli axtarış-proqnoz əlamətləri – litoloji-struktur amillər, müxtəlif istiqamətli qırılma pozulmalarının qovuşma məntəqələri və müəyyən lay dəstələri, skarləşmə, dəmirləşmə, doqranma və başqa dəyişmələr şəklində formasıylararası mövqelərdən ibarətdir.

Açar sözlər: Qızıl tərkibli, terrigen-karbonat çöküntüləri, dolomitlər, müqayisə, Almalık, Karlin, təzahür, yataqlar