

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 553.3/.4

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.89.13>

У. Керимли, д-р филос. (Науки о Земле), доц.,

E-mail: ulkerkerimli76@mail.ru,

Бакинский государственный университет,

ул. 3. Халилова, 23, г. Баку, Az 1148, Азербайджан;

**СТАДИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ АГЮРТСКОГО
ЗОЛОТО-МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(МАЛЫЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)**

(Представлено членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф. В.М. Загнітком)

Рассматриваются стадии минерализации Агюртского золото-медно-молибденового месторождения Малого Кавказа. На месторождении установлены следующие стадии минерализации: 1) кварц-молибденитовая; 2) кварц-пирит-халькопиритовая с золотом; 3) кварц-карбонат-сфалеритовая; 4) кварц-карбонатная. Золоторудные тела в основном сложены агрегатами второй стадии минерализации, которая является продуктивной. Минеральное вещество ее представлено тремя парагенетическими ассоциациями: 1) кварц-пиритовой; 2) кальцит-халькопирит-марказитовой; 3) золото-теллуридно-висмутитовой. Приведены химические анализы пиритов, висмута, теллуридов висмута. Выяснено, что самородное золото встречается в виде мелких, простой формы золотинок в зернах раннего пирита. В прожилках халькопирита и зернах пирита оно обычно приурочено к краевым частям. Наибольшее количество золота находится в тесном сростании с теллуридо-висмутитовыми минералами. Выяснено, что среда рудоотложения (минеральный состав, химизм и структурно-текстурные особенности вмещающих пород) играла решающую роль для различных типов оруденения. Установлено, что в плане Агюртское месторождение локализуется в контуре блока пород, вытянутого в северо-западном (субмеридиональном) направлении, ограниченного с север-северо-запада и северо-востока тектоническими зонами, которые также несут на себе определенный отпечаток формирования структурного плана рудного поля с близширотным простиранием тектонических элементов. Эти структуры, наиболее тектонически подготовленные для локализации золото-медно-молибденового оруденения (подновлены в предрудные этапы и наиболее проницаемы для гидротерм), являлись главными рудопоглощающими и рудофокусирующими структурными элементами. Рудные зоны, представленные гидротермально-метасоматическими образованиями, а также пронизывающими их кварцевыми жилами и многочисленными прожилками и местами оруденелыми дайками, контролируются Главным Ордубадским продольным ($280^\circ \pm 70^\circ - 80^\circ \text{СВ}$) и Агюрт-Мисдагским поперечным ($40^\circ - 50^\circ \pm 70^\circ \text{СВ}$) разрывными нарушениями и примыкают к висячему боку (северо-восточному флангу) первого. Совокупность структурных и петрогенетических факторов не только предопределяла образование месторождений Агюртского типа, но и обуславливала горизонтальную и вертикальную зональность оруденения: устанавливается увеличение содержания Mo и уменьшение Cu с глубиной. Такая же закономерность наблюдается в горизонтальном направлении: по мере удаления от интрузивного массива и рудовыводящего канала, наблюдается переход от Cu-Mo оруденения к медному и далее полиметаллическому, т. е. увеличивается роль Cu , затем Pb и Zn . Горизонтальная зональность на Агюрте выражается в повышении содержания Au и общего количества сульфидов по мере удаления от Главного Ордубадского разлома, а вертикальная в повышении содержания Au и уменьшении Ag с глубиной.

Ключевые слова: Агюртское золото-медно-молибденовое месторождение, Малый Кавказ, стадии минерализации, факторы локализации.

Введение. Изученность эндогенного благороднометалльного оруденения в Мисхано-Зангезурской зоне крайне низкая, хотя здесь известен целый ряд месторождений и проявлений золота и золотосодержащих руд. Обладая достаточным ресурсным потенциалом золота, научно-практическое обоснование создания минерально-сырьевой базы благородного металла в Азербайджанской республике о-прежнему остается актуальным. Решение этой проблемы требует проведения научно-исследовательских работ, направленных на изучение условий формирования и закономерностей размещения всех известных типов золотого оруденения. Изучение всех факторов благороднометалльного оруденения и выработка на этой основе надежных критериев для поисков и прогнозной оценки золотосодержимости юго-западной эндо- и экзоконтактовой полосы Мегри-Ордубадского батолита имеет теоретическое и практическое значение. В связи с этим целью настоящей статьи является выявление стадий минерализации, минерального состава и золотосодержимости минеральных ассоциаций, на примере Агюртского золото-медно-молибденового месторождения.

Методы исследования. Основу представленной публикации составляют минералогические, лазерные микроспектральные анализы рудных минералов Агюртского месторождения. Микрозондовые определения состава минералов выполнены рентгеновским микроанализатором MS-46 "Самека" (Франция) в ИГЕМ РАН и ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург).

Геологическое строение Ордубадского рудного района. Ордубадский рудный район еще с дореволуционного времени является предметом повышенного интереса геологов: здесь проходит юго-западный контакт крупнейшего на Малом Кавказе Мегри-Ордубадского батолита с вулканогенным и вулканогенно-осадочным комплексом эоценового возраста (Азизбеков, 1961; Азизбеков и др., 1964).

Большинство исследователей сходятся во мнении о безусловной перспективности Ордубадского рудного района. Предпосылкой к такому утверждению является наличие здесь мощной (до 2 км ширины) полосы гидротермально измененных пород, сопровождающих серию разломов глубинного заложения, а также наличие многочисленных проявлений золотой, медной, молибденовой и полиметаллической минерализации (Баба-заде и др., 2003; Баба-заде и Керимли, 2013; Керимли, 2011, 2012).

Доказательством перспективности рудного района является наличие в контуре исследуемой области Парагачайского горнорудного предприятия, долгие годы эксплуатирующего руды одноименного медно-молибденового и Агдаринского колчеданно-полиметаллического месторождений, а также разведываемых ныне Агюртского, Мунундаринского, Пяззбашинского золоторудных и золотосодержащих месторождений (Баба-заде и др., 2003; Минерально-сырьевые ресурсы..., 2005).

В пределах эндо- и экзоконтактовой зоны проявления золотосодержимости преимущественно связаны с палеогеновым вулканоплутоническим комплексом. Мисхано-Зангезурская зона характеризуется: 1) широким развитием

золотосодержащей медно-молибденовой и порфировой медной минерализации, типичных для этой зоны и образующих на отдельных благоприятных участках промышленные концентрации (Парагачай, Мунундара, Агюрт и др.); 2) перспективными золото-сульфидно-кварцевыми месторождениями жильного типа, залегающими в экзоконтактовой полосе батолита в вулканогенных образованиях эоцена (Пъязбаши, Шакардара и др.); 3) отсутствием в целом колчеданного оруденения, очень характерного для соседней, расположенной к востоку, Аразской структурно-металлогенической зоны; 4) развитием полиметаллической минерализации, которая главным образом имеет подчиненное развитие и обычно накладывается на медно-молибденовую или развивается на флангах таких месторождений. В отношении полиметаллического оруденения особое место в зоне занимает Учурдагский рудный узел, где известны самостоятельные перспективные месторождения (Учурдаг и др.) (Керимли, 2012).

В рамках Мисхано-Зангезурской зоны месторождения охватывает две группы: эндоконтактовой полосы Мегри-Ордубадского батолита (золото-кварц-медно-молибденовая, золото-сульфидно-кварцевая, золото-сульфидно-апоскарновая) и экзоконтактовой полосы батолита (золото-сульфидно-кварцевая, золото-сульфидная, золото-кварц-полиметаллическая, формация золотоносных метасоматитов) (Баба-заде и др., 2000; Баба-заде и Керимли, 2013; Керимли, 2014).

Группа месторождений эндоконтактовой полосы. Это – типичные месторождения средних глубин с сопутствующими меди и молибдену (иногда в промышленных количествах) золотом, мышьяком и висмутом, относимые по возрасту к раннеколлизийному этапу ($P_3 - N_2^1$) альпийского металлогенического цикла (Рустамов, 2005). Большинство месторождений этой группы пространственно ассоциирует с близкими к ним по возрасту гипабиссальными телами и дайковыми образованиями послевержнеэоцен–олигоценового комплекса малых интрузий, с которыми оруденение данного типа, по установившемуся мнению, имеет парагенетическую связь.

Одной из характерных минералогических особенностей месторождений описываемой группы, позволяющей отнести их к кварц-золото-медно-молибденовой формации, является более или менее постоянное присутствие в них меди и молибдена, участвующих, как правило, в составе ранних минеральных ассоциаций.

Собственная золотая минерализация, связанная с более поздними стадиями минералообразования, выделяется в качестве продуктивной ассоциации.

Наиболее представительными месторождениями эндоконтактовой полосы являются Агюртское и Мунундаринское.

Группа месторождений экзоконтактовой полосы. Эта группа золоторудных месторождений представлена средне-низкотемпературными месторождениями, формировавшимися в условиях средних-малых глубин (присутствие халцедоновидного кварца и др.). Промышленные представители этой группы – жильные тела и золотоносные метасоматиты Пъязбашинского рудного поля (Пъязбаши, Шакардара).

Этот наиболее перспективный тип оруденения представлен формацией золото-сульфидно-кварцевых месторождений, относимой группой исследователей, изучавших Пъязбашинское рудное поле (Баба-заде и др., 1990; Керимли, 2014; Рамазанов, 1992) к характерному типу оруденения экзополосы, выдерживающегося на весьма обширной площади.

Агюртское золото-медно-молибденовое месторождение. Агюртское золото-медно-молибденовое месторождение расположено в центральной части Мисдаг-

Шелалинского рудного узла в среднем течении р. Айчангылчай, правого притока р. Ванандчай, в 8 км к северо-востоку от с. Пазмара, на абсолютных отметках 2300–2800 м.

Месторождение приурочено к эндоконтактовой зоне Мегри-Ордубадского сложного полифазного и полифазциального батолита и располагается в блоке пород, ограниченном протяженными субширотными разрывными нарушениями, и контролируется узлом их пересечения с разломами субмеридионального простирания (рис. 1). В геологическом строении месторождения принимают участие поздние эоцен-нижнемиоценовые интрузивные комплексы Мегри-Ордубадского сложного, полифазного и полифазциального батолита. Они состоят в основном из интрузивных пород ранней – адамеллитовой и поздней – граносиенитовой фаз внедрения плутона (Баба-заде и др., 1990; Керимли, 2014; Рустамов, 2005; Mortiz et al., 2016).

Тектоническое строение района осложнено многочисленными разрывными нарушениями низшего порядка. Развита она как в теле батолита, так и во вмещающих породах, в особенности вблизи его контакта.

Для локализации оруденения и его размещения существенную роль играет внутренняя структура интрузивных массивов. Возрастные особенности разрывных нарушений устанавливаются по их взаимоотношениям (пересечениям). К этому типу относится ряд крупных разрывных структур, особенно Главный Ордубадский разлом, который является наиболее четким проявлением глубинного заложения, контролировавшего внедрение Мегри-Ордубадского батолита (Рамазанов и Керимли, 2012). Северо-восточные близширотные разломы определяют контуры Агюртского рудного поля развития интрузивных пород различных фаз, выполняя, таким образом, роль крупных магмоподводящих каналов в палеоген-неогеновое время.

В плане месторождение локализуется в контуре блока пород, вытянутого в северо-западном (субмеридиональном) направлении, ограниченного с север-северо-запада и северо-востока тектоническими зонами, которые также несут на себе определенный отпечаток формирования структурного плана рудного поля с близширотным простиранием тектонических элементов. Именно эти структуры наиболее тектонически подготовленные для локализации золото-медно-молибденового оруденения (подновлены в предрудные этапы и наиболее проницаемы для гидротерм), являлись главным рудоуплотняющим и рудолокализирующим структурными элементами. Рудные зоны, представленные гидротермально-метасоматическими образованиями, а также пронизывающими их кварцевыми жилами и многочисленными прожилками и местами оруденелыми дайками, контролируются Главным Ордубадским продольным ($280^\circ \angle 70-80^\circ \text{CB}$) и Агюрт-Мисдагским поперечным ($40-50^\circ \angle 70^\circ \text{CB}$) разрывными нарушениями, и примыкают к висячему боку (северо-восточному флангу) первого. Главный Ордубадский разлом по существу представляет собой главную рудоконтролирующую структуру, определяющую позицию не только Агюртского, но и Пъязбашинского, Шакардаринского, Мисдагского и др. месторождений. Оруденение на месторождении относится к типу комплексной медно-молибдено-золото-кварц-сульфидной формации. Золоторудные тела в большинстве случаев пространственно разобщены от медно-молибденовых руд.

На месторождении устанавливаются следующие стадии минерализации: 1) кварц-молибденитовая; 2) кварц-пирит-халькопиритовая с золотом; 3) кварц-карбонат-сфалеритовая; 4) кварц-карбонатная. В соответствии с указанной последовательностью минерализации сформировался ряд в той или иной степени обособленных типовых руд.

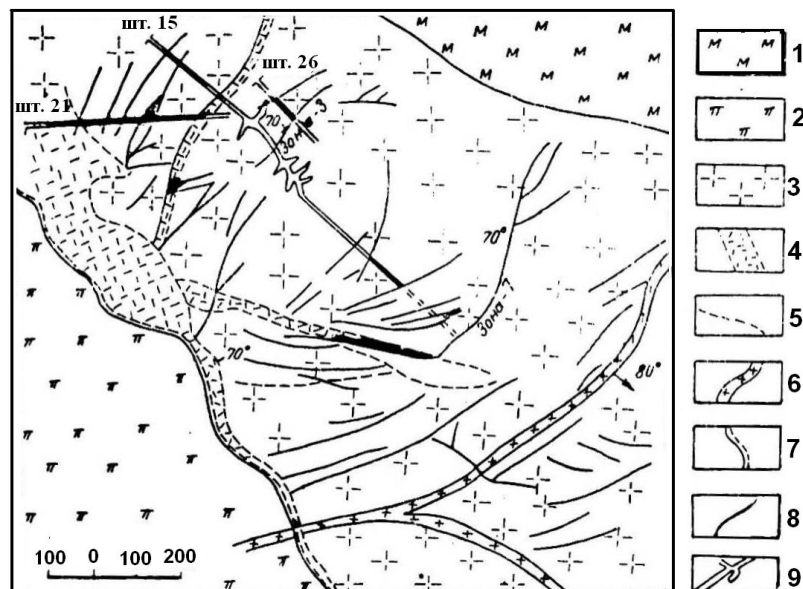


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Агюртского золото-медно-молибденового месторождения:

- 1 – породы монзонитового интрузива; 2 – породы адалллитового интрузива; 3 – породы граносиенитового интрузива; 4 – гидротермально-измененные породы; 5 – границы фаций; 6 – дайки гранодиорит-порфиров, авгит-диоритов, лампрофиров; 7 – Главный Ордубадский разлом; 8 – золото-медно-молибденовые жилы и жилы; 9 – штольни

Золоторудные тела в основном сложены агрегатами второй стадии минерализации, которая является продуктивной. Минеральное вещество ее представлено тремя парагенетическими ассоциациями: 1) кварц-пиритовой; 2) кальцит-халькопирит-марказитовой; 3) золото-теллуридно-висмутовой.

Кварц-пиритовая ассоциация составляет практически до 90 % рудной массы, из которых на долю серного кол-

чедана приходится в среднем 30–35 %. Пирит представлен крупнокристаллическим (0,05–1,5 мм) массивным и густокрапленным агрегатом метасоматического облика, интенсивно трещиноватым в общей массе и микробрекчированным в краевой части. Содержит реликты кварца. В пробах пирита химическими анализами на рентгеновском микроанализаторе MS-46 "Самека" определены Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As и S (табл. 1).

Таблица 1

Результаты химических анализов пиритов Агюртского месторождения

Место взятия	Номер образца	Номер анализа	Fe		Co		Ni		Cu		Zn		As		S		Сумма	Формула
			вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.	вес. %	ат. кол.		
Шт. №26, зона 3, штр. 1	2055	1	46,2	0,827	0,7	0,01	0,07	0,01	–	–	–	–	–	–	53,5	1,668	100,47	$(\text{Fe}_{0,99}\text{Co}_{0,01}\text{Ni}_{0,01})_{1,001}\text{S}_{2,00}$
		2	46,4	0,831	0,03	0,005	0,07	0,01	–	–	–	–	–	–	53,5	1,668	100,0	$(\text{Fe}_{0,996}\text{Ni}_{0,001}\text{Co}_{0,001})_{0,998}\text{S}_{2,00}$
Шт. №15, зона 3, штр. 2	2412	1	46,6	0,834	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	53,4	1,668	100,0	$\text{Fe}_{1,00}\text{S}_{2,00}$
		2	46,7	0,836	–	–	–	–	0,15	0,02	0,05	0,008	0,06	0,004	53,85	1,679	100,81	$(\text{Fe}_{0,935}\text{Zn}_{0,001}\text{Cu}_{0,003})_{0,989}(\text{As}_{0,001}\text{S}_{1,99})_{1,991}$

Кальцит-халькопирит-марказитовая ассоциация развивается в интерстициях между зернами пирита предыдущей ассоциации и в виде прожилков рассекает ее массивный агрегат. В составе этой ассоциации наблюдаются карбонат, халькопирит, мельниковит-пирит, марказит, мелкозернистый пирит – как главные минералы и сфалерит, галенит – в качестве редких.

Халькопирит является одним из основных промышленно ценных минералов этой ассоциации, распространен почти во всех рудных стадиях. Мельниковит-пирит представлен типичный для золоторудного месторождения разновидностью – кристаллами и зернами пористой структуры, погруженными в карбонат.

Марказит находится в тесном срастании с халькопиритом, образуя в нем агрегат коллоидной структуры. Мелкозернистый пирит, образующийся, вероятно, в результате коррозии и переотложения раннего пирита, в виде мелких кубических кристалликов свежего облика нарастает на обломки кварца ранней кварц-пиритовой

ассоциации и развивается по халькопириту. Пирротин встречается в виде мелких округлых и овальных идиоморфных зерен размером до 0,1 мм, червеобразных – до 0,1х0,25 мм, ксеноморфных округлых и овальных форм выделений – до 0,1х0,3 мм. Молибденит образует отдельные расщепленные листочки в карбонатных прожилках и иногда в кварце, часто встречается в ассоциации с халькопиритом в кварцевой основной массе и в интерстициях между обломками зерен пирита и халькопирита. Размер отдельных зерен молибденита колеблется от 0,001 до 0,1 мм и не превышает 0,2 мм.

Химический состав молибденита изучен на рентгеновском микроанализаторе MS-46 "Самека". Определение Mo и Re выполнялось по излучению $L\alpha$, а, Fe, Cu и S по Ka.

Арсенопирит отмечается в парагенезисе с пиритом, халькопиритом, сфалеритом, марказитом и пирротин в кварцевой основной массе, а также в парагенезисе с висмутином, самородным висмутом, теллуrowисмутином в массе пирита в виде ромбических зерен размером

до 0,1 мм и тонких прожилков от 0,2 до 1,0-1,5 мм. Магнетит в сростании с гипогенным гематитом постоянно присутствует в рудах в различных количествах и в различных взаимоотношениях с главными минералами.

Золото-теллуридно-висмутовая ассоциация отмечается в тесной пространственной связи с халькопиритом предыдущей ассоциации. Прожилки золота и теллуридов, также как и халькопирит, выполняют поры в раннем пирите. В состав ассоциации входят теллуридо-висмутит, самородный висмут, висмутин, тетрадимит, эмплектит, матильдит, гессит и самородное золото; размеры сростаний 0,011 м. Главные рудные минералы вышеописанных ассоциаций были подвергнуты локальному лазерному анализу с целью выявления их золотоносности (табл. 2, 3). В составе кварц-пиритовой ассоциации макроскопически золото не установлено, но по данным анализов содержание его в пирите составляет 0,005–0,05 %, марказите – 0,003–0,05 %. В халькопирите кальцит-халькопирит-марказитовой ассоциации золото не установлено, теллур в составе примесей

также не наблюдается, а висмут отмечен в пирите, марказите и халькопирите обеих стадий. Вслед за тем, как золото и теллур исчезают из числа примесей в составе халькопирита, появляется собственная ассоциация этих минералов (третья парагенетическая ассоциация), в которой сначала образуются соединения висмута и теллура, а затем выделяется самородное золото.

Самородное золото отмечается в виде мелких, простой формы золотинок в зернах раннего пирита. В прожилках халькопирита и зернах пирита оно обычно приурочено к краевым частям. Наибольшее количество золота находится в тесном сростании с теллуридо-висмутовыми минералами. При рассмотрении состава элементов – примесей в главных минералах (табл. 4) крупнокристаллический ранний пирит отличается от марказита; пористый пирит, заключая множество мельчайших реликтов вмещающей среды (хлорит, карбонат), содержит примеси меди и магния.

Таблица 2

Результаты химических анализов самородного висмута и висмутина Агюртского месторождения

Результаты химических анализов самородного висмута и висмутитна Агурского месторождения							
Номер образца	Номер анализа	Содержание				Сумма	Формула
		Bi		S			
		вес.%	ат.кол.	вес.%	ат.кол.		
2401	1	100,0	0,477	0,05	0,002	100,05	Bi
2412	2	100,0	0,477	0,03	0,001	100,03	Bi
2401	3	81,2	0,388	18,3	0,578	99,5	Bi _{2,01} S _{3,00}
	4	81,4	0,389	18,5	0,579	99,9	Bi _{2,02} S _{3,00}
2412	5	81,7	0,389	18,3	0,578	100,0	Bi _{2,02} S _{3,00}

Таблица 3

Результаты химических анализов теллуридо-висмута Агюртского месторождения

Номер образца	Номер анализа	Содержание, %						Сумма	Формула
		Bi		Te		As			
		вес.%	ат.кол.	вес.%	ат.кол.	вес.%	ат.кол.		
2412	1	53,2	0,255	46,8	0,374	—	—	100,01	Bi _{2,00} Te _{3,00}
	2	53,4	0,255	46,6	0,374	—	—	100,00	Bi _{2,00} Te _{3,00}
	3	53,1	0,255	46,9	0,375	—	—	100,00	Bi _{2,00} Te _{3,00}
	4	53,2	0,255	46,9	0,375	—	—	100,01	Bi _{2,00} Te _{3,00}
	5	53,0	0,255	47,1	0,376	—	—	100,1	Bi _{2,00} Te _{3,00}
2401	6	53,1	0,255	46,7	0,374	0,02	0,0002	99,82	Bi _{2,00} (Te _{2,999} As _{0,001}) _{3,00}
	7	53,0	0,255	46,8	0,374	0,03	0,0002	99,83	Bi _{2,00} (Te _{2,999} As _{0,001}) _{3,00}
	8	52,9	0,254	46,9	0,375	0,02	0,0002	99,82	Bi _{2,00} (Te _{2,999} As _{0,001}) _{3,00}

Таблица 4

Содержание элементов – примесей в главных рудных минералах Агюртского месторождения (по данным лазерного локального микроспектрального анализа)

Ассоциация	Минералы	Ag	Te	Au	Bi
Кварц-пиритовая	массивный пирит	0,001-0,003	0,05-0,1	0,005-0,05	0,005-0,01
		10	10	10	10
		ср. 0,0016	ср. 0,0113	ср. 0,00195	ср. 0,00185
Кальцит-халькопирит-марказитовая	мельниквит-пирит	0,003	0,05	–	0,01
	марказит	0,003-0,005	0,1	0,003-0,05	0,005-0,05
		4	4	4	4
		ср. 0,0035	ср. 0,0025	ср. 0,0157	ср. 0,015
	халькопирит	–	–	–	0,005-0,01
	мелькозернистый пирит	0,003	–	0,01	–
		10			

В числителе дроби показан интервал значений содержания элемента в минерале, в знаменателе – количество определений.

В халькопирите продуктивной ассоциации отсутствуют золото и серебро.

Между тем во всех разновидностях пирита постоянно отмечается примесь золота до сотых долей процента. По результатам анализов становится ясно, что золото в течение длительного времени образует примесь в сульфиде; оно присутствует в первой и второй стадиях, а теллур только в первой, что соответствует наблюдающимся и микроскопическим их взаимоотношениям. Видимое золото является наложенным по

отношению ко всем минералам, в том числе и теллуридам. Аналогичная ситуация распределения золота наблюдается и в других известных месторождениях (Волков и др., 2010, Сафонов, 2000, 2003, 2010).

Таким образом, среда рудоотложения (минеральный состав, химизм и структурно-текстурные особенности вмещающих пород) играла решающую роль для различных типов оруденения. Совокупность структурных и петрогенетических факторов не только предопределяла

образование месторождений Агюртского типа, но и обуславливала *горизонтальную и вертикальную зональность* оруденения: устанавливается увеличение содержания Мо и уменьшение Си с глубиной. Такая же закономерность наблюдается в горизонтальном направлении: по мере удаления от интрузивного массива и рудовыводящего канала, наблюдается переход от Си-Мо оруденения к медному и далее полиметаллическому, т. е. увеличивается роль Си, затем Pb и Zn. Горизонтальная зональность на Агюрте выражается в повышении содержания Au и общего количества сульфидов по мере удаления от Главного Ордубадского разлома, а вертикальная в повышении содержания Au и уменьшении Ag с глубиной. Судя по гипсометрии выходов золотосодержащих кварцево-рудных жил на современном эрозионном срезе и на смежных площадях, вертикальный размах благороднометалльной минерализации на Агюртском месторождении составляет 600 м и выше, а разница абсолютных отметок выходов жильных тел на дневную поверхность – более 200–300 м.

Список использованных источников

- Азизбеков, Ш.А. (1961). Геология Нахичиванской АССР. М.: Госуд. научно-техн. изд-во.
- Азизбеков, Ш.А., Гаджиев, Т.Г., Емельянова, Е.Н., Рустамов, М.И. (1964). Петрология интрузивов Араксинской тектонической зоны Малого Кавказа. Баку: Изд. АН Азерб. ССР.
- Баба-заде, В.М., Абдуллаева, Ш.Ф., Кекелия, С.А., Кекелия, М.А. (2012). Золотосодержащие вулканогенное месторождение цветных металлов Малого Кавказа и Восточных Понтид и их генезис. *Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук*, 1, 55–90.
- Баба-заде, В.М., Керимли, У.И. (2013). Эндогенная металлогения и прогноз благороднометалльного оруденения Юга Малого Кавказа. Баку: изд-во Бакинского университета.
- Баба-заде, В.М., Махмудов, А.И., Рамазанов, В.Г. (1990). Медно- и молибден-порфировые месторождения. Баку: Азернешр.
- Баба-заде, В.М., Мусаев, Ш.Д., Насибов, Т.Н., Рамазанов, В.Г. (2003). Золото Азербайджана. Баку: Азербайджан Милли Энциклопедиясы.
- Баба-заде, В.М., Насибов, Т.Н., Рамазанов, В.Г., Гусейнова, Дж.М. (2000). Золоторудные месторождения Араксинской металлогенической зоны юга Малого Кавказа. *Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук*, 2, 104–131.
- Волков, А.В., Злобина, Т.М., Лаломов, А.В. (2010). Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. *Геология рудных месторождений*, 52 (6), 572–578.
- Геология Азербайджана. (2006). Т. V. Полезные ископаемые. Баку: "Nafta-Press".
- Керимли, У.И. (2011). Особенности геологического строения и характер изменения окорудных пород Агюртского золото-медно-молибденового месторождения (Мискхан-Зангезурская зона, Малый Кавказ). *Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук*, 4, 153–164.
- Керимли, У.И. (2012). Пространственная и генетическая сопряженность благороднометалльного, медно-полиметаллического, медно-молибденового и медно-порфирового оруденения Мискхан-Зангезурской зоны. *Вестник Бакинского Университета. Серия естественных наук*, 4, 75–82.
- Керимли, У.И. (2012). Структура Агюртского месторождения и структурный контроль золото-медно-молибденового оруденения (Мискхан-Зангезурская зона, Малый Кавказ). *Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук*, 1, 110–134.
- Керимли, У.И. (2014). Эндогенная минерация и прогноз благороднометалльного оруденения коллизийного этапа развития Мискхан-Зангезурской зоны (юго-западная контактовая полоса Мегри-Ордубадского гранитоидного интрузива). *Автореф. дис. ... докт. филос. Науки о Земле: 2520.01*. Баку.
- Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. (2005). Гл. ред. В.М. Баба-заде. Баку: Изд-во "Озан".
- Рамазанов, В.Г. (1992). Медно-порфировая формация Азербайджана. *Автореф. дис. ... докт. геол.-минералог. наук*. Тбилиси.
- Рамазанов, В.Г., Керимли, У.И. (2012). Формирование золото-кварц-сульфидных жил Пьязбашинского месторождения и некоторые закономерности их размещения. *Вестник Бакинского университета. Серия естественных наук*, 2, 124–144.
- Рустамов, М.И. (2005). Южно-Каспийский бассейн-геодинамические события и процессы. Баку: Нафта-Пресс.
- Сафонов, Ю.Г. (2000). Глубины формирования и размещения золоторудных месторождений. *Отечественная геология*, 4, 20–27.
- Сафонов, Ю.Г. (2003). Золоторудные и золотосодержащие месторождения мира – генезис и металлогенический потенциал. *Геология рудных месторождений*, 45 (4), 305–320.
- Сафонов, Ю.Г. (2010). Актуальные вопросы теории образования золоторудных месторождений. *Геология рудных месторождений*, 52 (6), 487–511.
- Moritz, R., Rezeau, H., Ovtcharova, M. et al. (2016). Long-lived, stationary magmatism and pulsed porphyry systems during Tethyan subduction to post-collision evolution in the southernmost Lesser Caucasus, Armenia and Nakhichevan. *Gondwana Research*, 37, 465–503.

References

- Azizbekov, Sh.A. (1961). Geology of the Nakhchivan Autonomous Soviet Socialist Republic. M.: State. scientific and technical publishing house. [in Russian]
- Azizbekov, Sh.A., Gadzhiev, T.G., Emelyanova, E.N., Rustamov, M.I. (1964). Petrology of the intrusives of the Araksian tectonic zone of the Lesser Caucasus. Baku: Ed. AN Azerb. SSR. [in Russian]
- Baba-zade, V.M., Abdullaeva, Sh.F., Kekelia, S.A., Kekelia, M.A. (2012). Gold-containing volcanogenic deposit of non-ferrous metals of the Lesser Caucasus and East Pontids and their genesis. *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 1, 55–90. [in Russian]
- Baba-zade, V.M., Karimli, U.I. (2013). Endogenous metallogeny and the forecast of noble metal mineralization in the South of the Lesser Caucasus. Baku: Baku University Press. [in Russian]
- Baba-zade, V.M., Makhmudov, A.I., Ramazanov, V.G. (1990). Copper and molybdenum-porphyry deposits. Baku: Azerneshr. [in Russian]
- Baba-zade, V.M., Musaev, Sh.D., Nasibov, T.N., Ramazanov, V.G. (2003). Gold of Azerbaijan. Baku: Azerbaijan Milli Encyclopedias. [in Russian]
- Baba-zade, V.M., Nasibov, T.N., Ramazanov, V.G., Huseynova, J.M. (2000). Gold deposits of the Araksian metallogenic zone in the south of the Lesser Caucasus. *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 2, 104–131. [in Russian]
- Geology of Azerbaijan. (2006). Vol. V. Minerals. Baku: Nafta-Press. [in Russian]
- Karimli, U.I. (2011). Peculiarities of the geological structure and the nature of the changes in the ore-bearing rocks of the Agyurt gold-copper-molybdenum deposit (Miskhan-Zangezur zone, Lesser Caucasus). *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 4, 153–164. [in Russian]
- Karimli, U.I. (2012). Spatial and genetic conjugation of noble metal, copper-polymetallic, copper-molybdenum and copper-porphyry mineralization of the Miskhan-Zangezur zone. *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 4, 75–82. [in Russian]
- Karimli, U.I. (2012). The structure of the Agyurt deposit and the structural control of gold-copper-molybdenum mineralization (Miskhan-Zangezur zone, Lesser Caucasus). *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 1, 110–134. [in Russian]
- Karimli, U.I. (2014). Endogenous Mineralization and the Forecast of Noble Metals of the Collisional Stage of Development of the Miskhan-Zangezur Zone (South-West Contact Strip of the Meghri-Ordubad Granitoid Intrusion). *Extended abstract ... Doctor Philosophy's thesis (Earth Sciences): 2520.01*. Baku. [in Russian]
- Mineral resources of Azerbaijan. (2005). Ch. Ed. V.M. Baba-zade. Baku: Ozan Publishing House. [in Russian]
- Moritz, R., Rezeau, H., Ovtcharova, M. et al., (2016). Long-lived, stationary magmatism and pulsed porphyry systems during Tethyan subduction to post-collision evolution in the southernmost Lesser Caucasus, Armenia and Nakhichevan. *Gondwana Research*, 37, 465–503.
- Ramazanov, V.G. (1992). Copper-porphyry formation of Azerbaijan. *Extended abstract ... Doctor's thesis (Geol.-Min. Sciences)*. Tbilisi. [in Russian]
- Ramazanov, V.G., Kerimli, U.I. (2012). The formation of gold-quartz-sulfide veins of the Pyazbashinskoye deposit and some patterns of their distribution. *Bulletin of Baku University. Series of Natural Sciences*, 2, 124–144. [in Russian]
- Rustamov, M.I. (2005). South Caspian basin-geodynamic events and processes. Baku: Nafta Press. [in Russian]
- Safonov, Yu.G. (2000). Depths of formation and placement of gold deposits. *Russian Geology*, 4, 20–27. [in Russian]
- Safonov, Yu.G. (2003). Gold and gold deposits of the world - the genesis and metallogenic potential. *Geology of ore deposits*, 45 (4), 305–320. [in Russian]
- Safonov, Yu.G. (2010). Actual problems of the theory of the formation of gold deposits. *Geology of ore deposits*, 52 (6), 487–511. [in Russian]
- Volkov, A.V., Zlobina, T.M., Lalomov, A.V. (2010). Native gold: typomorphism of mineral associations, conditions for the formation of deposits, tasks of applied research. *Geology of Ore Deposits*, 52 (6), 572–578. [in Russian]

Надійшла до редколегії 30.10.19

U. Kerimli, PhD, Assoc. Prof.
E-mail: ulkerkerimli76@mail.ru,
Baku State University,
23 Z. Khalilov Str., Baku, AZ1148, Azerbaijan

STAGES OF MINERALIZATION AND LOCALIZATION FACTORS OF THE AGYURT GOLD-COPPER-MOLYBDENUM DEPOSIT (LESSER CAUCASUS, AZERBAIJAN)

The article considers the stages of mineralization of the Agyurt gold-copper-molybdenum deposit of the Lesser Caucasus. The following mineralization stages were established at the field: 1) quartz-molybdenum; 2) quartz-pyrite-chalcopryrite with gold; 3) quartz-carbonate-sphalerite; 4) quartz-carbonate. Gold ore bodies are mainly composed of aggregates of the second stage of mineralization, which is productive. Its mineral substance is represented by three paragenetic associations: 1) quartz-pyrite; 2) calcite-chalcopryrite-marcasite; 3) gold-telluride-bismuth. Chemical analyzes of pyrites, bismuthin, tellurium bismuthite are given. It has been found that native gold is found in the form of small, simple forms of gold in grains of early pyrite. In veins of chalcopryrite and grains of pyrite, it is usually confined to the marginal parts. The largest amount of gold is in close intergrowth with tellurium-bismuth minerals. It was found that the ore deposition environment (mineral composition, chemistry and structural and texture features of the host rocks) played a decisive role for various types of mineralization. It is established that, in the plan, the Agyurt deposit is localized in the contour of a rock block elongated in the northwest (submeridional) direction, bounded by tectonic zones from the north-north-west and north-east, which also bear a certain imprint of the formation of the structural plan of the ore field with near latitudinal strike of tectonic elements. These structures are most tectonically prepared for the localization of gold-copper-molybdenum mineralization (updated in the pre-ore stages and most permeable for hydrothermal structures), and were the main ore-supplying and ore-locating structural elements. The ore zones represented by hydrothermal-metasomatic formations, as well as quartz veins piercing them and numerous veinlets and sometimes mineralized dykes, are controlled by the Main Ordubad longitudinal ($280^{\circ}\angle 70^{\circ}-80^{\circ}\text{NE}$) and Agyurt-Misdag transverse ($40^{\circ}-50^{\circ}\angle 70^{\circ}\text{NE}$) with discontinuous violations and adjoin the hanging side (northeast flank) of the first. The combination of structural and petrogenetic factors not only predetermined the formation of deposits of the Agyurt type, but also determined the horizontal and vertical zonation of mineralization: an increase in the Mo content and a decrease in Cu with depth are established. The same pattern is observed in the horizontal direction: as you move away from the intrusive massif and the ore-removing channel, there is a transition from Cu-Mo-mineralization to copper and then polymetallic, i.e. the role of Cu increases, then Pb and Zn. The horizontal zoning in Agyurt is expressed in an increase in Au content and the total amount of sulfides with distance from the Main Ordubad Fault, and vertical shows an increase in Au content and decreases in Ag with depth.

Keywords: Agyurt gold-copper-molybdenum deposit, Lesser Caucasus, stages of mineralization, localization factors.

У. Керімлі, д-р філос. (Науки про Землю), доц.
E-mail: ulkerkerimli76@mail.ru,
Бакинський державний університет,
вул. 3. Халілова, 23, м Баку, Аз 1148, Азербайджан;

СТАДІЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ І ФАКТОРИ ЛОКАЛІЗАЦІЇ АГЮРТСЬКОГО ЗОЛОТО-МІДНО-МОЛІБДЕНОВОГО РОДОВИЩА (МАЛИЙ КАВКАЗ, АЗЕРБАЙДЖАН)

Розглянуто стадії мінералізації Агюртського золото-мідно-молібденового родовища Малою Кавказу. На родовищі встановлено такі стадії мінералізації: 1) кварц-молібденітова; 2) кварц-пірит-халькопіритова із золотом; 3) кварц-карбонат-сфалеритова; 4) кварц-карбонатна. Золоторудні тіла в основному складені агрегатами другої стадії мінералізації, яка є продуктивною. Мінеральна речовина її представлена трьома парагенетичними асоціаціями: 1) кварц-піритовою; 2) кальцит-халькопірит-марказитовою; 3) золото-телуридно-вісмутовою. Наведено хімічні аналізи піритів, вісмутина, телуровісмутита. З'ясовано, що самородне золото зустрічаються у вигляді дрібних, простої форми золотин у зернах раннього піриту. У прожилках халькопірита і зернах піриту воно зазвичай приурочено до крайових частин. Найбільша кількість золота перебуває у тісному зрощенні з телур-вісмутовими мінералами. З'ясовано, що середовище рудовідкладення (мінеральний склад, хімізм і структурно-текстурні особливості вмісних порід) відіграло вирішальну роль для різних типів зруденіння. Встановлено, що у плані Агюртське родовище локалізується у контурі блоку порід, витягнутого у північно-західному (субмеридіанальному) напрямку, обмеженого з північ-північного заходу і північного сходу тектонічними зонами, які також несуть на собі певний відбиток формування структурного плану рудного поля з близьким до широтного простяганням тектонічних елементів. Ці структури, найбільш тектонічно підготовлені для локалізації золото-мідно-молібденового зруденіння (підновлені у передрудні етапи і найбільш проникні для гідротерм), були головними структурними елементами рудопідведення і рудолокалізації. Рудні зони, представлені гідротермально-метасоматичними утвореннями, а також кварцовими жилами і численними прожилками, і місцями зруденілими дайками, контролюються Головним Ордубадським поздовжнім ($280^{\circ}\angle 70^{\circ}-80^{\circ}\text{СВ}$) і Агюрт-Місдагським поперечним ($40^{\circ}-50^{\circ}\angle 70^{\circ}\text{СВ}$) розривними порушеннями, і прилягають до висячого боку (північно-східного флангу) першого. Сукупність структурних і петрогенетичних факторів не тільки визначала появу родовищ Агюртського типу, а й зумовлювала горизонтальну і вертикальну зональність зруденіння: встановлено збільшення вмісту Мо і зменшення Си з глибиною. Така ж закономірність спостерігається у горизонтальному напрямку: в міру віддалення від інтрузивного масиву і рудовидного каналу, спостерігається перехід від Си-Мо-зруденіння до мідного і далі поліметалічного, тобто збільшується роль Си, потім Pb і Zn. Горизонтальна зональність на Агюрті виражається у підвищенні вмісту Au і загальної кількості сульфідів в міру віддалення від Головного Ордубадського розлому, а вертикальна – у підвищенні вмісту Au і зменшенні Ag з глибиною.

Ключові слова: Агюртське золото-мідно-молібденеве родовище, Малий Кавказ, стадії мінералізації, фактори локалізації.