



УДК 549.283

**СВОБОДНОЕ ЗОЛОТО, МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ
И ИХ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ
НА ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ДАГКЕСЕМЕН:
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ РУДЫ**

**FREE GOLD, MINERAL ASSOCIATIONS AND THEIR SPATIAL RELATIONSHIP
AT THE DAGKESEMEN GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT:
ORE FORMATION SEQUENCE**

Ибрагимова Саида Исмаил

преподаватель геологоразведочного факультета,
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
saida.ismayil67@gmail.com

Абдуллаева Валида Гафар

преподаватель геологоразведочного факультета,
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
v.k.abdul@mai.ru

Джафарова Эмилия Низами

заведующий лабораторией геологоразведочного факультета,
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
cafarova.emiliya@mail.ru

Агамалиева Гюнель Камиль

магистрант геологоразведочного факультета,
Азербайджанский государственный университет
нефти и промышленности
gunelagamaliyeva00@gmail.com

Аннотация. На территории Азербайджанской Республики золотоносные месторождения благородных металлов сосредоточены на довольно обширной территории. В нашей республике золотоносные породы встречаются в Нахичеванской АР (Автономная Республика), Гедабекском, Дашкесанском, Кельбаджарском, Балакенском, Агстафинском и Казахском районах. В 1965 году в пределах Казахского рудного района было выявлено только одно месторождение с промышленной концентрацией золота – Дагкесеменское золото-полиметаллическое месторождение. Разработка геолого-генетической модели Дагкесеменского золота существенно повлияет на эффективность прогноза минерализации золота в целом в рудном регионе.

Ключевые слова: руда, эрозия, коренные золотые, россыпные золотые, ассоциация.

Ibragimova Saida Ismail

Lecturer of Geological Exploration Faculty,
Azerbaijan State University
Oil and Industry
saida.ismayil67@gmail.com

Abdullayeva Valida Gafar

Lecturer of Geological Exploration Faculty,
Azerbaijan State University
Oil and Industry
v.k.abdul@mai.ru

Emilia Nizami Jafarova

Head of Laboratory
of Geological Exploration Faculty,
Azerbaijan State University
Oil and Industry
cafarova.emiliya@mail.ru

Agamaliyeva Gunel Kamil

Master's Student
of Geological Exploration Faculty,
Azerbaijan State University
Oil and Industry
gunelagamaliyeva00@gmail.com

Annotation. On the territory of the Republic of Azerbaijan gold-bearing deposits of noble metals are concentrated on a rather vast territory. In our republic gold-bearing rocks are found in Nakhchivan AR (Autonomous Republic), Gedabek, Dashkesan, Kelbajar, Balaken, Agstafa and Kazakh districts. In 1965, only one deposit with industrial concentration of gold was identified within the Kazakh ore district – Dagkesemen gold-polymetallic deposit. The development of the geological and genetic model of Dagkesemenskoye gold will significantly affect the efficiency of forecasting gold mineralization in the ore region as a whole.

Keywords: ore, erosion, native gold, alluvial gold, association.

В рудных зонах Дагкесеменского месторождения базовые породы, состоящие из андезита, интенсивно подверглись силицификации и сульфидной диссеминации, в основном представленными пиритом и рутилом. Мелкозернистые кварц и минералы руды образуют в породах либо неупорядоченные участки, либо ряд тонких пересекающихся жил. Обычно здесь, также встречается небольшое количество серицита. Эти формации развиваются, главным образом, в теле руды, где интенсивные изменения пород составляют значительную часть объема рудного тела. Однотипные измененные породы значительно представляют собой сульфидные включения в виде прожилков и фрагментов в жилах, а также линии в кварц-карбонатных жилах.

В измененных породах с ранними кварц-пирит-серицитными ассоциациями отмечаются значительные сульфидные жилы и жилы с переменным составом. В некоторых участках этих жил встречаются кварц-пирит, сфалерит-халькопирит-пирит, халькопирит-галенит, а также мономинеральные



секреции галенита и сфалерита. Эти наблюдаемые секреции, вероятно, связаны с резким изменением пропорций химических компонентов, так как переходы между этими сложными полиминеральными жилами часто наблюдаются.

Такие различные составы жил перекрывают раннюю кварц-пирит-серицитную минерализацию и пересекаются с последующими кварц-карбонатными жилами, что указывает на их раздельное образование в разное время. Минералогический состав руды и текстурно-структурные особенности позволяют утверждать, что руда формировалась в два этапа: гипогенный и гипергенный. Первый этап характеризуется длительным процессом, включающим несколько стадий минерализации — кварц-пирит, пирит-халькопирит-сфалерит, кварц-карбонат.

В минералогической ассоциации кварц-пирит, золото участвует в первой генерации пирита в дисперсной форме. Минералогическая ассоциация пирит-халькопирит-сфалерит считается продуктивной в отношении золота и широко распространена в руде типа штокверк.

Руда типа пирит-халькопирит-сфалерит образует жилы, которые располагаются на ранее образовавшихся колчедановых рудах. В процессе формирования руды между этапами происходит дробление и наслоение, в результате чего руда метаморфизуется. Эта минерализация в большей степени характеризуется золотом. Процесс образования руды завершается кварц-карбонатной фазой, где золото редко встречается.

В результате гипергенных процессов в руде формируются соответственно зоны окисления и вторичной сульфидной обогащенности, которые разделяются на две минералогические ассоциации. Зона окисления характеризуется развитием железных гидроксидов, а также сульфатов и карбонатов свинца и меди. Здесь редко встречаются остатки первичных руд. Во вторичной сульфидной обогащающейся зоне из растворенных сульфатов окисления выпадают элементы, обычно медь и серебро, и формируются руды, содержащие минералы, такие как ковеллин, аргентит, ялпайит, полибазит, штрουμεйрит.

Таблица 1 – Последовательность образования минералов на месторождении Дагкесемен

Минералы				
	Кварц-пирит	Пирит халькопирит-сфалерит	Кварц-карбонат	Гиперген
Пирит	—	—		
Халькопирит		—		
Сфалерит		—		
Галенит		—		
Гематит		—		
Золото	—	—		
Кварц	—		—	
Кальцит	—		—	
Гетит				—
Гидрогетит				—
Малахит				—
Азурит				—



Рисунок 1 – Кварц



Рисунок 2 – Кальцит



Рисунок 3 – Гематит

Как известно, под воздействием атмосферных осадков, изменений температуры, жизнедеятельности органического мира и других факторов, участвующих в процессах эрозии, горные породы непрерывно разрушаются и разваливаются. Конечно, коренные золотые месторождения, их проявления и зоны минерализации, которые находятся в этих породах, также подвергаются этим процессам. Их разрушение сопровождается разрушением менее устойчивых минералов. Обломки пород, глинистые продукты, кварцевые зерна и другие устойчивые минералы переносятся водными потоками в нижние части рельефа. В процессе такого переноса эти минералы разделяются по их плотности. Относительно тяжелые минералы, включая золото, собираются в основном в нижней части наносов. В результате формируется золотая россыпь. Для такого процесса формирования минералы должны обладать высокой плотностью, химической стабильностью в зоне эрозии и физической долговечностью. Именно золото обладает этими характеристиками, так как его плотность составляет от 15,6 до 19,3. Кроме золота, в такие россыпи могут попадать минералы с высокой плотностью, такие как Pt – платина, HgS – киноварит, $(\text{FeMn})\text{Nb}_6\text{O}_2$ – колумбит, вольфрамит – $(\text{FeMn})\text{WO}_4$, SnO_2 – касситерит, магнетит – FeFe_2O_4 , алмаз – C и другие.

Азербайджанская территория обладает большим потенциалом для развития золотодобывающей промышленности. Это подтверждается открытием многочисленных золотых месторождений и проявлений в последние годы. Эти месторождения и проявления обнаружены как в чистом золоте, так и в комплексных соединениях с другими металлами. Золотые месторождения и проявления можно разделить на две группы: первая группа – коренные золотые месторождения, вторая группа – россыпные золотые месторождения. Коренные золотые месторождения выявляются непосредственно в месте их формирования в горных породах. Россыпные золотые месторождения образуются в результате эрозии коренных золотых месторождений и переноса осадков на различные расстояния от них. Россыпные золотые месторождения экономически очень выгодны, поскольку их добыча не требует дополнительных технологических процессов.



Типоморфные особенности свободного золота на золото-полиметаллическом месторождении.

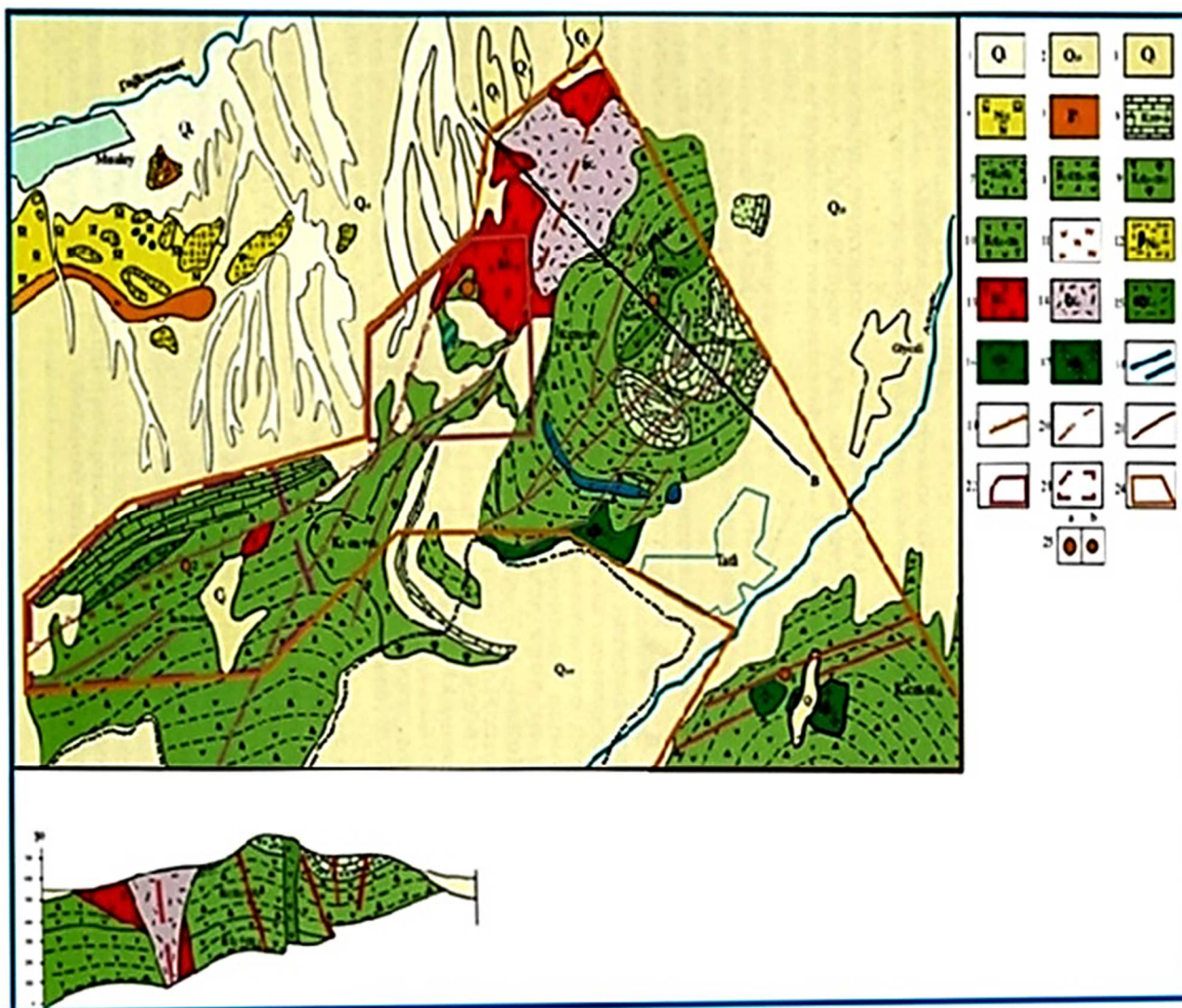


Рисунок 4 – Геологическая карта Дагкесеменского рудного района:

- 1 – Речные осадки (камни, гравий, пески, песчаники, глины); 2 – Аллювиально-делювиальные осадки (глинистые, песчаные, гравийные); 3 – Вулканический пепел; 4 – Плиоцен. Долерит-базальтовые и гиалобазальтовые потоки; 5 – Палеоген. Глины, туфопесчаники, конгломераты и линзы нуммулитовых известняков; 6 – Кампан-маастрихт. Пелитоморфные глинистые известняки, слои глин, мергелей, алевролитов; 7 – Верхний сантон. Песчаные известняки, туфопесчаники, туфы; 8 – Верхний коньяк – нижний сантон. андезибазальтовые лавы, лавобрекчии, агломератные туфы; 9 – Верхний турон – нижний коньяк. Пироксен-роговообманковые андезибазальты, с их слоями лавобрекчий, туфы и туфопесчаники, их лавобрекчии и туфы; 10 – Верхний турон – нижний коньяк. Андезиты, андезибазальты и их туфы; 11 – Порфировые кварциты, субвулканические образования; 12 – Плиоцен. Оливиновые и не оливиновые долериты, тархидолериты; 13 – Сантон. Альбитофилиты; 14 – Сантон. Дазиты; 15 – Сантон. Андезиты, андезит-дациты; 16 - Сантон. Андезибазальты, базальты; 17 – Сантон. Габбро-диориты; 18 – Сантон. Долеритовые и андезитовые дайки; 19 – Глубинные разломы Агдам-Ривазлы; 20 – Магматические разломы, контролирующие филогенез (Учгёль, Западные); 21 – Другие разломы (разрывы, обрушения и сдвиги); 22 – Площадь Дагкесеменского золотоносного месторождения; 23 – Площадь проявления золота Музаки; 24 – Район, перспективный для золота, рекомендованный для проведения точных поисково-оценочных работ; 25 – Золотые объекты: а) месторождение, б) проявления; 1 – Дагкесемен; 2 – Музаки; 3 - Учгёль; 4 – Хасансу.

Россыпные золотоносные территории, широко распространенные в Азербайджанской части Малого Кавказа, в основном имеют аллювиально-делювиальное происхождение. Перспективность этих территорий для россыпного золота во многом обусловлена тем, что здесь сохранились крупные отложения альпийского возраста N_{23} (Абшерон) – Q_{IV} . Однако интересные для практики россыпные золотоносные отложения здесь довольно ограничены. В этой связи изучение и оценка типоморфных характеристик золотоносных и потенциально Q_{III} – Q_{IV} золотоносных осадков, распространенных



вдоль горной полосы Дагасамен-Учгёль-Ферехли-Татлы, покрывающих Дагасаменское золотоносное месторождение, представляется целесообразным. Долгое время исследователи изучали золотоносность месторождений, расположенных на территории республики, в том числе Дагасаменского золото-полиметаллического месторождения, однако исследование типоморфных характеристик золота оставалось вне внимания, хотя это играет важную роль в получении дополнительной информации при изучении условий формирования полезных ископаемых. Поэтому особое внимание уделено изучению типоморфных характеристик свободного золота на примере Дагасаменского золото-полиметаллического месторождения.

В ходе проведённых исследовательских работ с использованием проб, взятых из пробных шлифов (55 штук свободных золотых частиц), а также из золотоносных руд, изготовленных полированных шлифов (аншлифов), изучены следующие типоморфные особенности свободного золота:

- гранулометрический состав свободного золота (размеры);
- ассоциация золота с основными сульфидными минералами (халькопирит, сфалерит, галенит);
- формы отделения свободного золота (морфология);
- химический состав свободного золота (включения посторонних элементов);
- внутренняя структура свободного золота.

Выводы

На основе данных, полученных в ходе исследований Дагкесаманского золоторудного месторождения, исследовательская работа приводит к следующим результатам:

1. Результаты исследования типоморфных характеристик свободного золота позволяют утверждать, что основная масса руды в процессе формирования месторождения кристаллизуется вместе с сульфидами (галенит, сфалерит и частично халькопирит).
2. Гранулометрический состав свободного золота и его ассоциация с сульфидными минералами имеют важное практическое значение для правильного выбора технологической схемы, обеспечивающей минимальные потери золота при его выделении из руды.
3. Результаты проведенных исследований позволяют использовать типоморфные характеристики свободного золота в качестве минералогического критерия (фактора) при поисках золотосодержащих полиметаллических месторождений и проявлений в будущем в данном регионе.

Список литературы:

1. Ильин А.А. U-Pb возраст и минеральные включения в цирконе из алмазоносной гранат-пироксеновой в породы месторождения микроалмазов Кумды-Коль (Северный Казахстан) / А.А. Ильин, В.С. Шацкий, А.Л. Рагозин; Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН. – Новосибирск.
2. Гусейнов Г.С. Распределение золота и серебра в рудах Дагкесаманского месторождения. – М. : Отечественная геология, 2015. – № 1. – С. 24–29.
3. Гусейнов Г.С. Золотоносность Дагкесаманского колчеданно-полиметаллического месторождения (Малый Кавказ) / Г.С. Гусейнов, З.Дж. Эфендиева // Горный журнал. – 2024. – № 4. – С. 89–94.
4. Gamet Huseynov. Technological types and methods of processing gold-bearing ores of Lok-Karabakh structural-formational zone of the Lesser Caucasus. Geomining Geomining / Gamet Huseynov, Efendiyeva Z.J., Anvar Mammadli // Studies in Systems, Decision and Control. Springer, Scopus Cham. – Vol 224. – P. 99–108. – URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-70725-4_72024
5. Молибден-медно-порфи́ровая минерализация перспективного Павловичского рудного поля. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения / Н.С. Касаткин [и др.] // Горный журнал. – 2024. – № 9.
6. Перков И.П. Повышение эффективности поисков месторождений твердых полезных ископаемых. Геология, поиск и разведка полезных ископаемых / И.П. Перков, Ю.А. Кубайчук, А.Б. Ижанов // Горный журнал. – 2024. – № 8.
7. Эфендиева З.Дж. Типоморфные особенности самородного золота в рудах колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Лок-Гарабахской структурно-формационной зоны и их практическое значение / З.Дж. Эфендиева, Г.С. Гусейнов, А.Ф. Маммадли // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – Тула : Издательство ТулГУ, 2024. – Вып. 1. – С. 135–144.
8. Gamet Huseynov. Technological types and methods of processing gold-bearing ores of Lok-Karabakh structural-formational zone of the Lesser Caucasus. Geomining Geomining / Gamet Huseynov, Efendiyeva Z.J., Anvar Mammadli // Studies in Systems, Decision and Control. – Vol 224. P. 99–108 Springer, Scopus Cham. – URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-70725-4_72024
9. Guseynov G.S. Distribution of gold and silver content in copper-pyrite ores of the Gadabay deposit. *Fornal of geology, geography and geoecology*. – 2024. – № 2. – P. 274–281.



10. Carbonats- hosted «Alpine-type» Zn-Pb deposits in the Eastern and Southern Alps-trase element geochemistry and isotopic data of sulphides Irish Association for Economic Geology. – 2023. – P. 443–478.

11. Isotope Geochemistry of the Shenshuitan Gold Deposit within the Wulonggou Gold Field in the Eastern Kunlun Orogen, Northwest China: Implications for Metallogeny. Minerals / X. Zhou, T. Pan, Q.-F. Ding, L. Cheng, K. Song, F. Liu, Y. Gao. – 2022. – № 12(3). – P. 339. – URL : <https://doi.org/10.3390/min12030339>

List of references:

1. Ilyin A.A. U-Pb age and mineral inclusions in zircon from diamondiferous garnet-pyroxene in rocks of the Kumdy-Kol microdiamond deposit (Northern Kazakhstan) / A.A. Ilyin, V.S. Shatsky, A.L. Ragozin; Institute of Geology and Mineralogy named after V.S. Sobolev SB RAS. V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS. – Novosibirsk.

2. Guseinov G.S. Distribution of gold and silver in ores of Dagkesaman deposit. – M. : Otechestvennaya geologiya, 2015. – № 1. – P. 24–29.

3. Huseynov G.S. Gold content of the Dagkesamanskoye sinter-polymetallic deposit (Small Caucasus) / G.S. Huseynov, Z.J. Efendieva // Mining Journal. – 2024. – № 4. – P. 89-94.

4. Gamet Huseynov. Technological types and methods of processing gold-bearing ores of Lok-Karabakh structural-formational zone of the Lesser Caucasus. Geomining Geomining / Gamet Huseynov, Efendiyeva Z.J., Anvar Mammadli // Studies in Systems, Decision and Control. Springer, Scopus Cham. – Vol 224. – P. 99–108. – URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-70725-4_72024

5. Molybdenum-copper porphyry mineralization of the promising Pavlovichi ore field. Geology, prospecting and exploration of solid minerals, mineralogy / N.S. Kasatkin [et al.] // Gornyjournal. – 2024. – № 9.

6. Perkov I.P. Increasing the efficiency of prospecting for deposits of solid minerals. Geology, search and exploration of minerals / I.P. Perkov, Yu.A. Kubaychuk, A.B. Izhanov // Mining journal. – 2024. – № 8.

7. Efendieva Z.J. Typomorphic features of nugget gold in the ores of sinter and sinter-polymetallic deposits of Lok-Garabakh structural-formation zone and their practical significance / Z.J. Efendieva, G.S. Huseynov, A.F. Mammadli // Izvestiya Tula State University. Earth Sciences. – Tula : TulSU Publishing House, 2024. – Iss. 1. – P. 135–144.

8. Gamet Huseynov. Technological types and methods of processing gold-bearing ores of Lok-Karabakh structural-formational zone of the Lesser Caucasus. Geomining Geomining / Gamet Huseynov, Efendiyeva Z.J., Anvar Mammadli // Studies in Systems, Decision and Control. – Vol 224. P. 99–108 Springer, Scopus Cham. – URL : https://doi.org/10.1007/978-3-031-70725-4_72024

9. Guseynov G.S. Distribution of gold and silver content in copper-pyrite ores of the Gadabay deposit. Journal of geology, geography and geocology. – 2024. – № 2. – P. 274–281.

10. Carbonats- hosted «Alpine-type» Zn-Pb deposits in the Eastern and Southern Alps-trase element geochemistry and isotopic data of sulphides Irish Association for Economic Geology. – 2023. – P. 443–478.

11. Isotope Geochemistry of the Shenshuitan Gold Deposit within the Wulonggou Gold Field in the Eastern Kunlun Orogen, Northwest China: Implications for Metallogeny. Minerals / X. Zhou, T. Pan, Q.-F. Ding, L. Cheng, K. Song, F. Liu, Y. Gao. – 2022. – № 12(3). – P. 339. – URL : <https://doi.org/10.3390/min12030339>