

The Use of Typomorphic Features of Native Gold for the Solution of Geological Exploration

G.S. Guseinov, I.A. Mammedov

Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlıq ave. 20, Baku, AZ 1010, Azerbaijan)

For correspondence:

Huseynov Gamed / e-mail: gamedhuseynovv@mail.ru

Abstract

The article examines the typomorphic features of native gold in different types of ores of the described region, which make it possible to address issues directly related to the practice of geological exploration. So, the established elements-impurities included in the composition of gold make it possible to use it as additional information when specifying the conditions for the formation of deposits, and the identification of the internal structure allows the depth of deposition, the stages of ore formation. The complex use of typomorphic features of native gold makes it possible to evaluate the processing of ores, which is of great practical importance in the industrial development of deposits.

Keywords : native gold, impurity elements, typomorphic features, internal structure.

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_03_123_130

Accepted 17.12.2021
Received 21.09.2022
Revised 23.09.2022

For citation:

Guseinov G.S., Mammedov I.A.

[The use of typomorphic features of native gold for the solution of geological exploration]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2022, vol. 14, no. 3, pp. 123-130 (in Russian)

Geoloji kəşfiyyat işlərinin həlli üçün sərbəst qızılın tipomorf xüsusiyyətlərinin istifadəsi

Q.S. Hüseynov, İ.Ə. Məmmədov

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 20, Bakı, AZ 1010, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Hüseynov Qamed / e-mail: gamedhuseynovv@mail.ru

Xülasə

Məqalədə qeyd edilən regionda müxtəlif tip filizlərdə sərbəst qızılın tipomorf xüsusiyyətlərinin geoloji kəşfiyyat işlərinin həlli ilə bilavasitə əlaqədar olan məsələlərin həlli üçün istifadəsinin praktiki əhəmiyyətinə baxılır. Sərbəst qızılın daxilində mövcud olan element-qarışıqlar yataqların əmələgəlmə şəraitinin dəqiqləşdirilməsi zamanı əlavə informasiyanın alınmasında, aşkar olunmuş daxili quruluşu filiz kütləsinin yerləşmə dərinliyini, filizəmələgəlmənin mərhələ və etapının öyrənilməsinə imkan verir. Sərbəst qızılın tipomorf xüsusiyyətlərinin kompleks istifadəsi yataqların sənaye mənimlənməsi zamanı filizin işlənməsi və qiymətləndirilməsində mühüm praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: sərbəst qızıl, qarışıq elementlər, tipomorfik əlamətlər, daxili quruluş.

DOI: 10.52171/2076-0515_2022_14_03_123_130

УДК: 553.441

Использование типоморфных особенностей самородного золота для решения геологоразведочных работ

Г.С. Гусейнов, И.А. Мамедов

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азадлыг, 20, AZ1010, Баку, Азербайджан.)

Для переписки:

Гусейнов Гамед / e-mail: mansursahlarli1994@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрены типоморфные особенности самородного золота в разных типах руд Лок-Карабахской структурно-формационной зоны Малого Кавказа, которые применимы при решении вопросов, связанных непосредственно с практикой геологоразведочных работ. Так, установленные элементы-примеси, входящие в состав золота, дают возможность использовать эту дополнительную информацию при уточнении условий формирования месторождений, а выявление внутреннего строения позволяет выяснить глубины отложения, стадийность и этапность рудообразования. Комплексное использование типоморфных признаков самородного золота позволяет оценить переработку руд, что имеет большое практическое значение в промышленном освоении месторождений.

Ключевые слова: самородное золото, элементы-примеси, типоморфные признаки, внутреннее строение.

Введение

Одним из актуальных вопросов современной геологической науки является типоморфизм самородного золота, на которое долгое время не было обращено достаточное внимание. Причины этого – сложности и трудности исследований в этом направлении, вероятно, были ограничены применимостью традиционных методов исследования, в также отсутствие специальных методик, которые обусловили относительно медленное развитие работ рассматриваемого профиля.

Впоследствии в связи с развитием научных исследований *Н.В. Петровской, А.А. Николаевой, А.И. Гинзбург, Р.П. Бадаловой, М.И. Новгородской, С.В. Яблоковой* и многих других в этом направлении достигнут большой прогресс.

Изучение типоморфизма самородного золота является одним из важнейших аспектов учения о месторождениях полезных ископаемых, значение которого исключительно велико при проведении детальных геологоразведочных работ и оценки прогнозных ресурсов рудных месторождений. При металлогенических исследованиях и прогнозно-поисковых работах большое значение имеет выявление рудно-формационных месторождений, от правильного установления которых во многом зависит от эффективности геологоразведочных работ. Решение этой задачи в немалой мере способствует результату изучения типоморфного золота [5].

Известно, что всестороннее изучение типоморфных признаков самородного золота позволяет получить максимальную информацию об условиях образования золоторудных и золотосодержащих месторождений, их местоположений, уровень эрози-

онного среза оруденения и металлогении регионов с целью разработки новых критериев поисков и оценки месторождений, а также дает возможность для определения направления геолого-разведочных работ.

Учитывая вышеизложенное, нами уделено особое внимание изучению типоморфных особенностей самородного золота, являющегося не только объектом промышленного интереса, но и минералом-индикатором. Оно по ряду своих типоморфных свойств (крупность выделений, золотоносные ассоциации, морфологии, пробность, элементы-примеси, внутреннее строение) обладает гораздо более широким диапазоном колебаний по сравнению с другими минералами золоторудных и золотосодержащих колчеданных месторождений. Колебания этих, разумеется, не случайно: они обусловлены физико-химическими условиями рудоотложения [4].

Цель работы

Объектом исследований выбрана Лок-Карабахская структурно-формационная зона (СФЗ) Малого Кавказа, где известен ряд месторождений колчеданных формаций.

В основу работы положены материалы, собранные и отображенные автором при проведении научно-исследовательской работы данного региона.

Анализы пробы (зерен золотин) выполнены в физико-химической лаборатории ЦНИГРИ (Москва).

Исследование проводилось в Лок-Карабахской структурно-формационной зоне Малого Кавказа, где находится ряд золотосодержащих колчеданных (Гедабек, Гызылбулаг, Гоша) и колчеданно-полиметаллических (Дагкесаман) место-

рождений, которые могут иметь существенное значение для развития в республике золотодобывающей промышленности. Поэтому подробное изучение типоморфных признаков самородного золота и их практическое значение сегодня представляется весьма актуальным.

В таблице 1 сопоставлены характеристики самородного золота разных типов руд месторождений. Показано, что месторождения каждого типа различаются в своем большинстве по комплексу признаков самородного золота, наиболее отражающих специфику их образования [3].

Установленные типоморфные особенности самородного золота дают возможность для решения вопросов, связанных непосредственно с практикой геологоразведочных работ, в частности, установления минералогических поисковых критериев, выделения перспективных площадей для детальных поисков золоторудных и золотосодержащих месторождений.

Использование в комплексе типоморфных признаков самородного золота с другими исследованиями (геофизическими, геоморфологическими) может существенным образом повлиять на повышение эффективности поисковых работ [5]. Это особенно важно в связи с тем, что в настоящее время на проведение поисков затрачивается большая часть ассигнований геологоразведочных работ, в том числе на буровые работы.

Так, установленная морфология, содержание и состав элементов-примесей, пробность и внутреннее строение самородного золота позволяют определять уровень эрозионного среза и вскрытых рудных тел.

Выявление внутреннего строения самородного золота – однородное, неясно-зональное, зернистое, зональное и коллоидное, которые способствуют определению минералогических критериев, позволяющих судить об образовании руд, глубине отложения, стадийности и этапности рудообразования и наличии пострудных деформаций [6].

Установленные нами типоморфные особенности самородного золота, характерные для руд колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Лок-Карабахской СФЗ, позволяют оценить и определить наиболее рациональные технологические схемы и переработки, что, безусловно, будет иметь большое технологическое значение при освоении этих месторождений.

Известно, что в пределах Лок-Карабахской СФЗ расположены колчеданные (Гедабек, Гызылбулаг, Гоша) и колчеданно-полиметаллические месторождения. При этом самородное золото в них имеет различные типоморфные характеристики.

В связи с этим рассматриваемые месторождения золотосодержащих руд данного региона характеризуются различными технологическими способами их переработки (табл.2).

Эффективное выделение золота из руд в значительной степени зависит от ряда его типоморфных особенностей, в том числе размеров золотинок и форм выделения (свободная, видимая, мелкая, тонкодисперсная, заключенные в сульфидах, различные ассоциации сростаний с другими сульфидными минералами).

Таблица 1 – Типоморфные особенности самородного золота колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Лок-Карабахской СФЗ Малого Кавказа

Table 1 – Typomorphic features of the native gold of the pleated and pleated polymetallic deposits of the Lok-Karabakh SFZ of the Lesser Caucasus

Золото-медно-колчеданные	Золото-кварц-медно-колчеданные	Золото-колчеданные	Золото-кварц-полиметаллическое	Золото-барит-полиметаллическое
Месторождения				
Гедабек	Гызылбулаг	Гоша	Дагкесаман	Маднеули
Золотоносные минеральные ассоциации				
Основная-пирит-халькопирит-сфалеритовая. Второстепенная-кварц-пиритовая с тонкодисперсным золотом	Основная-кварц-халькопиритовая и халькопирит-сфалеритовая. Малопродуктивная-кварц-пиритовая с тонкодисперсным золотом	Основная-кварц-золото-теллуридная и кварц-золото-гетит-гидрогетитовая. Малопродуктивная-кварц-пиритовая с тонкодисперсным золотом	Основная-сульфидно-полиметаллическая с галенитом и сфалеритом. Малопродуктивная-кварц-пиритовая с тонкодисперсным золотом	Основная-сульфидно-полиметаллическая с галенитом и сфалеритом. Малопродуктивная-кварц-пиритовая с тонкодисперсным золотом
Размеры, mm				
В аншлифах: 0,001-0,03, в проб-протоколочек руд: 0,01-2,0. Доминирует тонкодисперсное золото	В аншлифах: 0,14-0,20, в проб-протоколочек руд: 0,08-2,0. Преобладает тонкодисперсное и мелкое золото	В аншлифах: 0,001-0,01, в проб-протоколочек руд: 0,1-0,063. Доминирует пылевидное и тонкодисперсное золото	В аншлифах: 0,01-0,015, в проб-протоколочек руд: 0,01-0,3; реже 2,0. Пылевидное и очень мелкое золото	В аншлифах: 0,01-0,05, в проб-протоколочек руд: 0,01-0,25; реже 2,5. Пылевидное и мелкое золото
Формы выделений				
В аншлифах: округлые, пластинчатые, каплевидные, неправильные, изометричные. В проб-протоколочек руд: неправильные, комковидные, интерстициальные, жилковидно-пластинчатые, редуцированные кристаллы	В аншлифах: овальные, неправильные, угловатые, губчатые. В проб-протоколочек руд: комковидные, дендритовые, жилковидно-пластинчатые, октаэдрические кристаллы	В аншлифах: угловатые, пластинчатые, овальные, неправильные, округлые. В проб-протоколочек руд: пластинчатые, прожилковатые, дендритовые	В аншлифах: прожилковые, угловатые, неправильные, пластинчатые, ячестые. В проб-протоколочек руд: прожилковые, дендритовые, губчатые	В аншлифах: неправильные, округлые, пластинчатые, изометричные, пластинчатые, каплевидные. В проб-протоколочек руд: прожилковые, дендритовые, каркасные

Пробность, %				
<u>545-847</u> 746 Модальное значение попадает в диапазон 700-800. Доминирует низкопробное золото	<u>652-953</u> 819 Модальное значение попадает в диапазон 800-900. Доминирует среднепробное золото	<u>690-930</u> 810 Модальное значение попадает в диапазон 800-850. Доминирует среднепробное золото	<u>800-950</u> 830 Модальное значение попадает в диапазон 800-900. Преобладает среднепробное золото при значительных вариациях	<u>760-980</u> 885 Модальное значение попадает в диапазон 900-950. Преобладает высокопробное золото
Элементы примеси, %				
Cu-0,08-0,012; Fe-0,095-0,006; Sb-0,03-0,04; Bi-0,02-0,005; Mn-0,0001-0,002; Hg-0,1-1,27; As-0,002. Присутствуют повышенные концентрации Hg, Sb	Cu-0,18-0,20; Fe-0,057-0,07; Mn-0,0001-0,002; Hg-0,11-0,24; Sb-0,002-0,003; As-0,0015. Присутствует повышенные концентрации Cu	Cu-0,008-0,01; Fe-0,01-0,22; Pb-0,003-0,004; As-0,001-0,002; Te-0,02-0,05; Sb-0,06-0,08; Bi-0,03-0,04; As-0,02-0,0030. Отмечаются повышенные концентрации Fe, Te, Sb	Cu-0,08-0,15; Fe-0,27-0,32; Pb-0,28-0,33; Zn-0,013-0,21; Te-0,001-0,006; Bi-0,01-0,62; Mo-0,003. Присутствуют повышенные концентрации Pb, Zn, Fe	Pb-0,26-0,31; Zn-0,19-0,24; Cu-0,06-0,014; Fe-0,17-0,20; Te-0,001-0,003; Bi-0,01-0,05; Sb-0,002-0,03. Присутствует повышенные концентрации Pb, Zn
Внутренние строения				
Неяснозональная, зернистая, калло-морфнозернистая, пятнистая, неоднородная. Преимущественно зональная, неяснозональная	Однородная, монокристаллическая, дендритовая, зональная. Преимущественно однородная, зернистая	Однородная, неяснозональная, монокристаллическая, зональная. Преобладает монокристаллическая, неяснозональная	Монокристаллическая, однородная, неяснозернистая, пятнистая. Преимущественно дендритовая	Зернистая, монокристаллическая, губчатая, неяснозональная. Преимущественно губчатая

По мнению исследователей [2], крупность самородного золота и форма его сростаний с окружающими сульфидными минералами является весьма существенным фактором для определения технологических свойств минерального сырья. Так, для золота, находящегося в рудах в тонкодисперсном состоянии (Гедабек, Гоша), принимаются кучная, чановая и агитационная (цианирование) технологические схемы переработки, а при присутствии в рудах более крупного зо-

лота и их сростаний с сульфидными минералами (Гызылбулаг, Дагкесаман, Маднеули) принимается флотационная и гравитационная технологические схемы (табл. 2). Следует подчеркнуть, что из рассматриваемых в таблице 2 месторождений только Гедабекское и Маднеульское в настоящее время промышленно осваиваются. В настоящее время Гедабекское месторождение эксплуатируется Американской компанией “RV Investment Group Services” LLC.

Таблица 2 – Технологические типы и способы переработки месторождений Лок-Карабахской СФЗ Малого Кавказа

Table 2 – Process types and methods of processing of fields of the Lok-Karabakh SPZ of the Lesser Caucasus

№	Название месторождений	Типы руд	Минеральный состав руд	Характеристика золота	Минеральные ассоциации золота	Технологические особенности руд	
						Технологический тип	Схемы обогащения
1	Гедабек	Золото-медно-колчеданные	Пирит Халькопирит Сфалерит Самородное золото	Мелкое и тонкодисперсное	Пирит-халькопирит-сфалеритовые	Золото Серебро Медь	Кучное и чановое, Агитационное выщелачивание (цианирование), Флотация
2	Гызылбулаг	Золото-кварц-медно-колчеданные	Халькопирит Пирит Кварц	Мелкое и тонкодисперсное	Кварц-халькопиритовые	Золото Серебро Медь	Флотация, Гравитация
3	Гоша	Золото-колчеданные	Пирит Гасит Петцит	Пылевидное и тонкодисперсное	Кварц золото-теллуридные	Золото Серебро Колчедан	Флотация, Агитационное цианирование сульфидного концентрата
4	Дагкесаман	Золото-кварц-полиметаллические	Сфалерит Галенит Халькопирит	Пылевидное и очень мелкое	Кварц-галенит-сфалеритовые	Золото Серебро Полиметалл	Гравитация, Флотация
5	Марнеули	Золото-барит-полиметаллические	Галенит Сфалерит	Пылевидное и мелкое	Сфалерит-галенитовые	Золото Серебро Полиметалл	Гравитация, Флотация, Кучное выщелачивание

Окисление руды Гедабекского месторождения перерабатывается методом агитационного выщелачивания (цианирования) и флотационного обогащения с получением высококачественного медного концентрата.

Маднеульское месторождение медно-колчеданных руд перерабатывается методом флотационного обогащения, а породы, характеризующиеся как золото-содержащие вторичные кварциты, пере-

рабатываются методом кучного цианидного выщелачивания (см. табл. 1).

Технология переработки первичных золото-колчеданных руд Гызылбулагского месторождения испытана в полупромышленных условиях. Рекомендована комбинированная гравитационно-флотационная технология с получением качественного флотоконцентрата золота [1]. Технология остальных месторождений (Гошинское, Дагкесаманское) испытана и

рекомендована по результатам лабораторных исследований.

Заклучение

Установленные типоморфные признаки самородного золота, их совокупность, изменчивость, гранулометрический состав, морфология, пробность, элементы-примеси и внутренняя структура имеют практическое значение при прогнозировании глубины в золотосодержащих месторождениях и дают возможность для решения вопросов, связанных

непосредственно с практикой геологоразведочных работ, в частности, установления минералогических поисковых критериев, выделения перспективных площадей.

Установленный гранулометрический состав (размеры золотин) и золотосодержащие минеральные ассоциации позволяют оценить и определить рациональные технологические схемы переработки золотосодержащих руд, которые будут иметь практическое значение в промышленном освоении месторождений.

REFERENCES

1. **Esmail Jahanshahi.** Control Solutions for Multiphase Flow Linear and nonlinear approaches to anti-slug control, Trondheim, October 2013 (*in English*)
2. **Ismayilov G.G., Adigozalova M.B., Ismayilova F.B., Zeynalova G.A.** Study of the effect of ballast on the macroscopic parameters of oil mixtures // *Herald of the Azerbaijan Engineering Academy*, vol. 12, №1, 2020 (*in Russian*)
3. **Chinedu I. Ossai.** Advances in Asset Management Techniques: An Overview of Corrosion Mechanisms and Mitigation Strategies for Oil and Gas Pipelines, Vol. 2012. cleID 570143. <https://doi.org/10.5402/2012/570143> (*in English*)
4. **Lekan Taofeek Popoola, Alhaji Shehu Grema, Ganiyu Kayode Latinwo, Babagana Gutti & Adebiori Saheed Balogun.** Corrosion problems during oil and gas production and its mitigation, Published: 27 September 2013 (*in English*)
5. **Ilman M.N., Kusmono.** Analysis of internal corrosion in subsea oil pipeline, 2013 (*in English*)
6. **Adegboyega Bolu Ehinmowo, Yi Cao.** Stability analysis of slug flow control, Published online: 31 Jul. 2016 (*in English*)