

**ШАРАФЕЛДИН ХАНИ ЭЛЬСАЙЕД** (*Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, Москва, Россия*)

## ПОЗДНЕОРОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА ЕГИПТА

Египет относится к государствам, развивающим свою минерально-сырьевую базу. Золотоносная территория Египта находится в пределах Нубийско-Аравийского щита в неопротерозойской коллизионной зоне надвигов.

В пределах этой тектонической зоны широко развиты гранитоидные массивы. Массивы посторогенных гранитов (540–435 млн лет) приурочены к зонам тектонической коллизии позднерифейского времени, отличаются повышенной щелочностью. Установлена пространственная связь между метасоматическими ореолами карбонатизации ультрамафитовых пород, внедрённых в них гранитных интрузивов и минерализацией золота.

Золотое оруденение связано с кварцевыми жилами в гранитах. Во всех кварцевых золотоносных жилах золото находится в ассоциации с пиритом или с агрегатами пирита и арсенопирита. Зоны прожилкования состоят из массивного кварца с рассеянным золотом и сульфидными минералами.

Таким образом, преобладающим типом докембрийской золотой минерализации являются золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые рудные жилы, связанные с зонами повышенной тектонической проницаемости коры и наличием магматических пород – производных кислых магм и сульфидных флюидных систем.

**Ключевые слова:** Аравийско-Нубийский щит, коллизионная зона, позднеорогенные граниты, золото-кварц-сульфидная формация, золото-кварцевые жилы

Золоторудный район Восточной пустыни Египта отличается перспективами, которые не ограничиваются известными небольшими месторождениями золота. Поэтому из большого количества потенциальных месторождений следует определить эталонные рудные объекты, разведка и разработка которых позволит возродить минерально-сырьевую базу золота на территории Египта. Это особенно важно в современных условиях, когда на золотодобычу влияют геополитические и социально-экономические факторы, а цена тройской унции золота непредсказуема. Это делает актуальной для горно-геологической отрасли Египта, которая может устойчиво развиваться лишь при условии высокой надёжности собственной минерально-сырьевой базы стратегических видов полезных ископаемых. Золотодобывающая промышленность Египта в последние годы развивается достаточно интенсивно. Благодаря успешному освоению крупнотоннажного золоторудного месторождения Сукари, месторождение золота Сукари входит в

Топ-20 месторождений мира и может обеспечить экономику Египта драгоценным металлом на период более 20 лет. Месторождение Сукари расположено в экономически освоенном районе и его освоение будет способствовать развитию инфраструктуры данного региона Египта. В геологическом отношении район месторождения Сукари находится в породах фундамента Аравийско-Нубийского щита, расположенного на северном окончании Восточно-Африканской орогенной области, которая является обширной неопротерозойской коллизионной зоной [13].

Породы фундамента Аравийско-Нубийского щита в районе Восточной пустыни Египта между долиной Нила и побережьем Красного моря формируют тектонический клин северной широты. Они представлены офиолитовыми и островодужными ассоциациями горных пород и интрузивными комплексами, сформированными в условиях вулканической дуги и в орогенных условиях (тоналит-гранодиориты) (рис. 1).

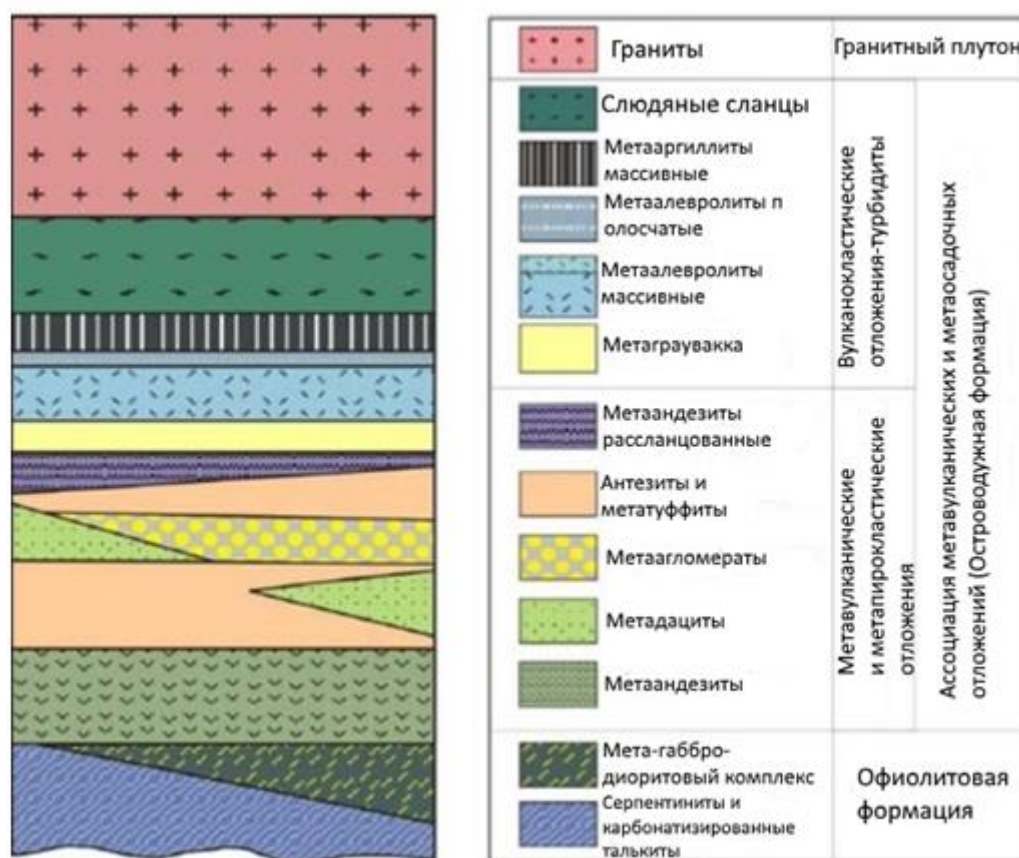


Рис. 1. Формации горных пород Восточной пустыни Египта

Важную роль в пространственном размещении рудоносных зон золоторудного месторождения Сукари имеют разрывные нарушения и зоны трещиноватости горных пород.

Среди разрывных нарушений выделяются разломы северо-западного, северо-восточного, широтного и меридионального направлений. Разломы, ограничивающие грабены Красного моря, Суэцкого и Акабского заливов, принадлежат к системе разломов Восточно-Африканской рифтовой зоны, которая протягивается от Египта вдоль побережья Красного моря и далее на юг [13]. Рифтовая зона представляет собой реактивизированный рифейскими тектоническими движениями блок протерозойского фундамента Африканской платформы [11]. Этот рифейский складчатый пояс, в котором широко развиты гранитоидные массивы, представляет собой крупную надвиговую тектоническую структуру с

кулисообразным расположением пластин древних метаморфических вулканогенных и обломочных пород, осложнённую левосторонними сдвиговыми дислокациями (рис. 2).

Ультрабазитовые породы, офиолиты в основном преобразованы в серпентиниты и породы хлорит-карбонатного состава. Серпентиниты и тальковые сланцы с прослоями филлитов и графитовых сланцев представляют собой серпентинитовый меланж, свойственный офиолитовым комплексам древней океанической коры [12, 25].

Ультраосновные породы содержат повышенное содержание золота в участках их карбонатизации. Концентрация золота в карбонатизированных метавулканических породах на три порядка выше, чем в неизмененных породах, что свидетельствует о роли щелочного карбонатного метасоматоза в формировании минерализации золота.

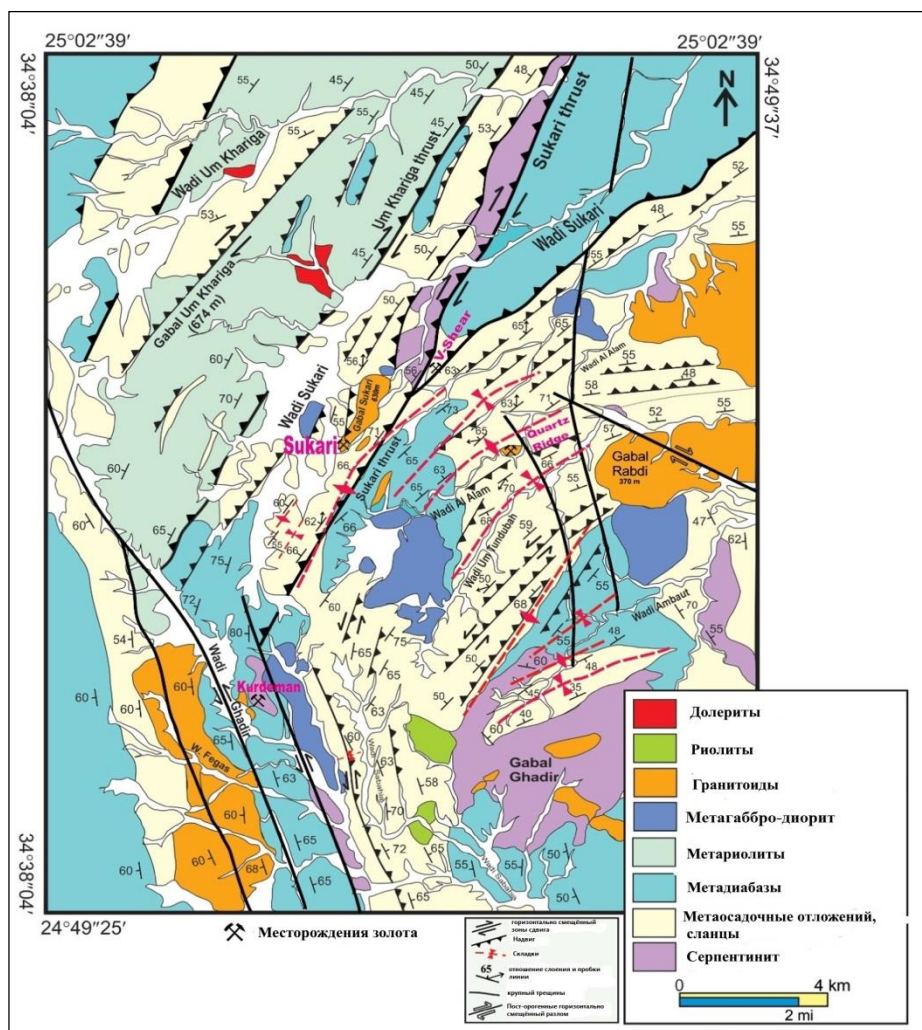


Рис. 2. Геологическая карта золоторудного района Восточной пустыни Аравийско-Нубийского щита [21]

В Северо-Восточной части территории Аравийско-Нубийского щита известно более 110 месторождений золота. Золотая минерализация распространена в породах кристаллического фундамента на всей территории Восточной пустыни Египта, за исключением крайней северной части. Почти все авторы отмечают пространственную связь минерализации золота в Восточной пустыне с гранитоидными породами, залегающими среди архейских мафитов и ультрамафитов [2,6,15,17, 22]

Ранние граниты, входящие в состав докембрийского фундамента сформировались в зонах тектономагматической активизации [10]. С древними синорогенными гранитами (1000 млн лет) связаны многие редкометалльные месторождения

тантала, ниобия и лития. Массивы посторогенных гранитов (540–435 млн лет) приурочены к тектоническим зонам верхнерифейской активизации и отличаются повышенной щелочностью [6]. Существует пространственная связь между метасоматическими ореолами карбонатизации ультрамафитовых пород, внедрённых в них гранитных интрузивов и минерализацией золота.

Гранитные интрузивы, которые образовались на контакте с ультрамафитовыми породами выступали в качестве источника теплового потока, что способствовало миграции флюидов. Эти флюиды выщелачивали золото из вмещающих пород и отлагали золото в пределах проницаемых тектонических зон [26].



Возраст кальциево-щелочных гранитоидов определен  $559 \pm 6$  млн лет [4,9]. Месторождения золото-кварц-сульфидных руд в малых магматических телах определяют металлогению золота Аравийско-Нубийского щита.

Установлено, что подавляющее большинство месторождений золота приурочено к метасоматически измененным гранитным плутонам и карбонатизированными докембрийскими вулканогенно-осадочными породами Панафриканского покрова. Месторождения золота обычно локализованы в разломах, оперяющих разломы глубокого заложения северо-западной ориентировки [16].

Известные месторождения золота представлены главным образом золото-кварцевыми жилами с сульфидной минерализацией. Золото-кварцевые жилы пересекают различные горные породы докембрийского фундамента, слагающего часть Аравийско-Нубийского горного массива. Поскольку большинство известных месторождений золота приурочены к кварцевым жилам, исторически исследователи концентрировали внимание на этом типе месторождений. Месторождения объединены в золоторудные пояса северо-западного направления. Восточный пояс примыкает к контакту пород фундамента, и к нему приурочены месторождения и рудопоявления золота.

Примером проявления месторождений золото-кварц-сульфидной формации является месторождение Сукари. Месторождение Сукари расположено в 15 км на запад-юго-запад от побережья Красного моря.

Рудный район месторождения Сукари сложен вулканогенно-терригенными породами и гранитоидными массивами. Рудовмещающий массив кальциево-щелочных гранитоидов расположен в

мощной толще сравнительно пластичных глинистых сланцев, андезитовых и дацитовых туфов, подчиненных им лав, а также мелких линз и тел серпентинитов. (рис. 3). При этом отдельность в гранитоидных телах соответствует слоистости осадочных пород, что связано с гранитизацией вмещающих пород [5].

Гранитоидные массивы размещаются между двумя сочленяющимися разломами субмеридионального и северо-восточного направления, а также сопряженных с ними контактовых разрывов, которые выполняют роль локальных рудоконтролирующих нарушений. Гранитоидный массив вытянут с север-северо-востока на юг-юго-запад на 2,3 км. В северной, наиболее широкой части, его поперечник достигает 700–800 м, на юге он сокращается до 100–150 м [1].

Золотое оруденение локализовано в массиве позднепротерозойских гранитов, возраст которых составляет  $559 \pm 6$  млн лет. Вместе с тем возраст золотого оруденения, по данным рубидий-стронциевого анализа, датируется  $522 \pm 12$  млн лет [14].

Гранитоиды пересечены дорудными, но слабо минерализованными разрывами субширотной серии. Они расположены менее чем в 30–50 м один от другого. Кроме того, проявлены трещинные нарушения субмеридионального направления. Кварцевые жилы с сульфидами также тяготеют к разрывным структурам внутри гранитоидных тел [3, 7].

В такой структурной решетке, между сравнительно плотно расположенными дорудными нарушениями, сформировались рудоносные трещинные пучки и минерализованные зоны золото-кварцевых жил.

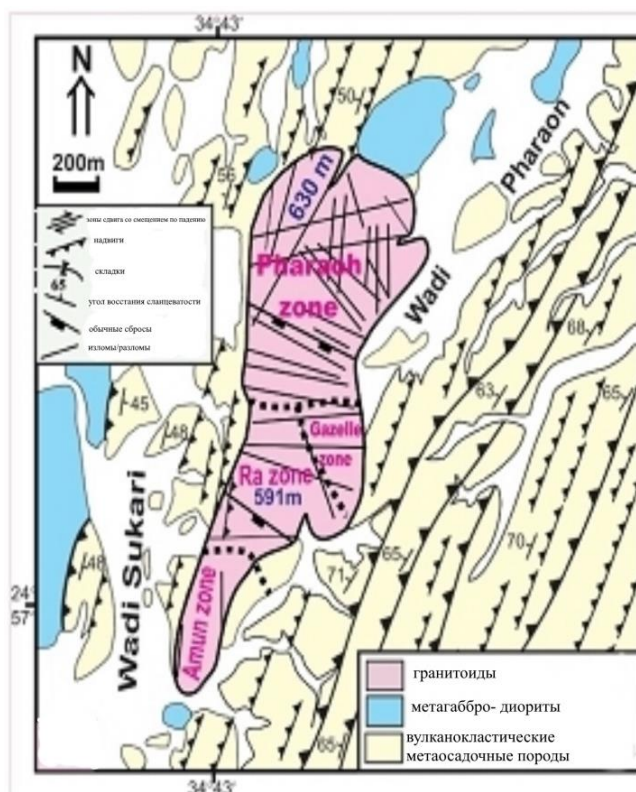


Рис. 3. Геологическая карта интрузивного массива Сукари [21]

Золотокварцевые жилы состоят в основном из массивного с молочным оттенком или серо-белого кварца. Кварц представляет собой две генерации; ранняя брекчия молочного кварца, который обычно не содержит золота, и поздний кварц серого цвета, цемент обломков которого обычно золотосодержащий.

Золоторудные жилы находятся в контакте гранитоидов (главным образом гранодиоритов) с мафит-ультрамафитовыми породами или в гранитах, где они приурочены к сдвиговым зонам, осложняющим тектонические контакты. Золото-кварцевые жилы структурно контролируются плоскостями разлома или зонами интенсивной трещиноватости. Они могут быть локализованы как серия прожилков внутри стволной жилы с пережимами. Основные жилы имеют мощность от 0,6 до 5 м, всегда сопровождаются серией параллельных прожилков и образуют рудные зоны значительной мощности по сравнению с жилами (рис. 4).

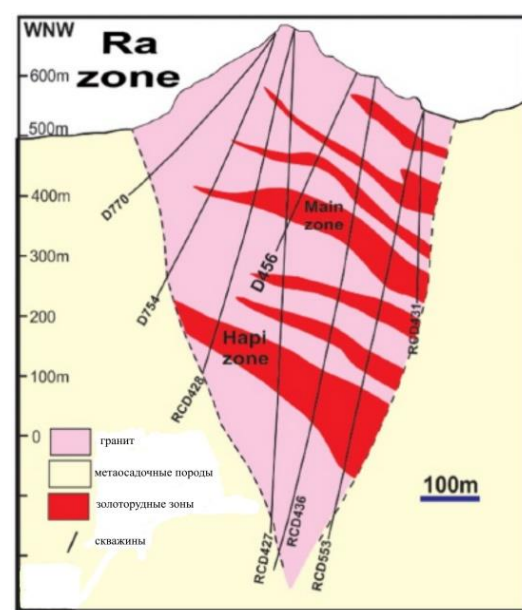


Рис. 4. Геологический разрез рудной зоны «Ра» месторождения Сукари [21]

Во всех кварцевых золотосодержащих жилах золото находится в ассоциации с пиритом или с агрегатами пирита и арсенипирита [8]. Зоны прожилкования состоят из массивного кварца с рассеянным золотом и сульфидными минералами. Среди пород, вмещающих минерализованные жилы, иногда могут быть серпен-

тинизированные ультрамафиты, метаморфизованные вулканические и осадочные породы контактов с магматическими породами. В жильных зонах отмечены локальные ореолы гидротермальных изменений мощностью 1–2 м по обе стороны от жил и представлены они серицитизацией, хлоритизацией и пиритизацией. Гидротермально измененные породы относятся к метасоматической формации березитов и также являются золотоносными. Золото в руде находится в основном в самородном виде или присутствует в золотосодержащем пирите. Содержание золота изменчиво в пределах одной жилы. Заметное увеличение содержания золота было отмечено там, где жилы или вмещающие породы заполнены мелко-рассеянными агрегатами графита.

Содержание золота в среднем от 11 до 30 г/т [24]. Серебро всегда присутствует в ассоциации с золотом. В рудных жилах присутствует ощутимое количество сульфидных рудных минералов, главным образом пирита, арсенопирита, сфалерита, халькопирита, галенита и пирротина [20]. Пирит является наиболее распространенным сульфидом и преобладает над арсенопиритом. Высокое содержание золота в руде связано с повышенной концентрацией арсенопирита. Субмикроскопические кристаллы и тонкие вкрапления сульфидов и золота отмечены в кварцевых жилах, трещинах и тектонических брекчиях. Пирит встречается во всех минерализованных зонах. Кристаллы пирита иногда находятся в «рубашке» коричневого цвета гетита и гидрогетита в породах горных пород или в открытых трещинах, которые подверглись поверхностному химическому выветриванию. Арсенопирит является распространенным минералом в минерализованных зонах с высоким содержанием золота и присутствует обычно в рудном теле и в участках

тектонического брекчирования горных пород. Арсенопиритом частично сложены открытые полости трещин и мелкие кварцевые жилы, где арсенопирит образует идиоморфные кристаллы (иногда в форме иголок в поперечном сечении) в тонкой кварцевой оторочке жил и в окаймляющих обломках брекчий [23].

Минераграфические исследования руд показали, что включения пирита в арсенопирите и/или микровключения арсенопирита в пирите указывают на то, что они принадлежат к единому парагенезису [16,18]. Минералы содержат многочисленные включения рутила, что предполагает их формирование в результате сульфидизации ранее существовавших пород на гидротермальном этапе. В минеральных агрегатах пирита и арсенопирита проявлены микродеформации, а также текстуры брекчирования [19].

Самородное золото, как более позднее, заполняет прожилки и микропоры в деформированных агрегатах пирита и арсенопирита. Другие сульфиды, такие как галенит, халькопирит, сфалерит, пирротин в руде являются второстепенными.

### Выводы

Современное состояние минерально-сырьевой база золота Египта основано на освоении крупнотоннажных месторождений золото-кварц-сульфидной формации, представителем которой является месторождение Сукари. Золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые рудные зоны связаны с тектоническими участками повышенной проницаемости коры и наличием пород – производных кислых магм и сульфидных флюидных систем. Масштаб и экономические параметры месторождений определяются размерами и особенностями тектонического строения позднеорогенных гранитоидных массивов.

Участки богатого золотого оруденения в пределах гранитоидных приуро-



ченны к ореолам метасоматических кальциево-щелочных изменений пород., Богатые руды образованы в результате регенерации в последовательные фазы орогенного развития территории.

### Библиографический список

1. Некрасов Е.М., Дорожкина Л.А., Дудкин Н.В. Особенности геологии и структуры крупнейших золоторудных месторождений эндогенного класса. – М.: Астрейя-центр, 2015. – 192 с.
2. Abdelnasser A., Kumral M. Mineral chemistry and geochemical behavior of hydrothermal alterations associated with mafic intrusive-related Au deposits at the Atud area, Central Eastern Desert, Egypt. *Ore Geol. Rev.* 2016, 77, pp. 1-24.
3. Akaad M.K., Noweir A. Geology and Lithostratigraphy of the Arabian Desert Orogenic Belt of Egypt between Lat. 25° 35' and 26° 30'. *Bulletin of the Institute for Applied Geology King Abdulaziz University* 1980, Vol. 3, pp. 127-135.
4. Amin M.S. Geology and mineral deposits of Umm Rus sheet. Geological Survey of Egypt, Cairo, 1955.
5. Azzaz A.S. Distribution of gold and associated elements in the wallrocks of the Sukkari gold deposit, Central Eastern Desert, Egypt. *Arab. J. Sci. Eng.* 1987, 12 (3), pp.243-250.
6. Botros N.S. The role of the granite emplacement and structural setting on the genesis of gold mineralization in Egypt. *Ore Geol. Rev.* 2015, 70, pp.173-187.
7. Cavaney R.J., Geology of Sukari Gold Mine, Eastern Desert Egypt. (Internal Report to Centamin Egypt Ltd and Pharaoh Gold Mines) 2005.
8. Cook NJ, Chrysosoulis SL. Concentrations of "invisible gold" in the common sulfides. *Can Mineral.* 1990, 28:pp.1-16
9. El Shazly E.M. Classification of the Egyptian mineral deposits, Egypt. Cairo, Egyptian Journal of Geology, 1957, vol. 1, pp. 1-20.
10. Fritz H., Abdelsalam M., Ali K.A., Bingen B., Collins A.S., Fowler, A.R., Ghebreab, W., Hauzenberger, C.A., Johnson, P.R., Kusky, T.M., Macey, P., Muhongo, S., Stern, R.G., Viola, G. Orogen styles in the East African Orogen: a review of the Neoproterozoic to Cambrian tectonic evolution. *J. Afr. Earth Sci.* 2013, 86, pp. 65-106.
11. Fritz H., Dalmeyer D.R., Wallbrecher E., Loizenbauer J., Hoinkes G., Neumayr P., Khudeir A.A. Neoproterozoic tectonothermal evolution of the Central Eastern Desert, Egypt: a slow velocity tectonic process of core complex exhumation. *J. Afr. Earth Sci.* 2002, 34, pp. 543-576.
12. Fritz H., Wallbrecher E., Khudier A.A., Abu El Ela F., Dallmeyer R.D. Formation of Neoproterozoic metamorphic core complexes during oblique convergence, Eastern Desert, Egypt. *J. Afr. Earth Sci.*, 1996, 23, pp. 311-329.
13. Greiling R.O., Abdeen M.M., Dardir A.A., El Akhal H., El Ramly M.F., Kamal El Din G.M., Osman A.F., Rashwan AA, Rice A.H., Sadek M.F. A structural synthesis of the Proterozoic Arabian-Nubian Shield in Egypt. *Geol. Rundsch.* 1994. 83, pp. 484-501.
14. Ghoneim M.F., Bjørlykke A., Harraz H.Z. Rb-Sr and Sm/Nd Isotopic Systems of El Sukkari Granite, Eastern Desert, Egypt. 1st Int. Conf. on the Geology of Africa, Assiut, Egypt, 1999, 1, pp. 281-282.
15. Harraz H.Z., Hamdy M.M. Zonation of primary haloes of Atud auriferous quartz vein deposit, Central Eastern Desert of Egypt: a potential exploration model targeting for hidden mesothermal gold deposits. *J. Afr. Earth Sci.* 2015, 101, pp. 1-18.
16. Helmy H.M., Kaendl R., Fritz H. The Sukari gold mine, Eastern Desert-Egypt: structural setting, mineralogy and fluid inclusion study. *Mineralium Deposita*, 2004, 39, pp. 495-511.
17. Hume W.F. A preliminary report on the geology of the Eastern Desert of Egypt between Latitudes 22 degrees north and 25 degrees north; Egyptian Survey Dept., Cairo, 1907. (Paper No. 1).
18. Khalaf I.M., Oweiss K. A. Gold prospecting in the environs of Sukari gold mine, central Eastern Desert, Egypt. *Ann. Geol. Surv. Egypt.* 1993. 19:97-108.
19. Khalil I. K., and Arslan A.I. Petrography – Thin Section transmitted Light and Reflected light study of specimens from Sukari Gold Mine, Internal consulting reports, July and December 2006.
20. Kochin G.G., Bassiuni F.A. The mineral resources of the UAR, Report on generalization of geological data on mineral resources of the UAR carried put under contract 1247 in 1966-1968. Part I, Metallic minerals: Internal report, Geol. Surv. of Egypt, 18/1968.
21. Mohamed A. Abd El-Wahed, Harraz H., El-Behairy M.H. Transpressional imbricate thrust zones controlling gold mineralization in the Central Eastern Desert of Egypt. *Ore Geology Reviews*, 2016, 78, pp. 424-446.



22. Sabet AH, Bordonosov VP. The gold ore formations in the Eastern Desert of Egypt. Ann. Geol. Surv. Egypt, 1984, 16: pp. 35-42
23. Sharara N.A. Stable Isotopes and Fluid Inclusions of the Gold Mineralizations at El Sukkari District, Central Eastern Desert, Egypt: Genetic Constraints. International Conference on Geochemistry, Alexandria University, Egypt, 15-16 Sept 1999, pp. 317-339.
24. Smith P., Osman R., Franzmann D., Johnson N., Boreham C. Mineral Resource and Reserve Estimate for the Sukari Gold Project. Egypt. In-

- ternal Technical Report, Centamin Egypt Ltd, 2017, 177 p.
25. Stern R.J., Johanson P.R., Kroner A., Yibas B. Neoproterozoic Ophiolites of the Arabian-Nubian Shield. In: Kusky, T.M. (Ed.), Precambrian Ophiolites and Related Rocks Developments in Precambrian Geology Vol. 13. Elsevier, Amsterdam, 2004, pp. 95-128.
26. Takla M.A., El Dougdoug A.A., Rasmay A.H., Gad A.A., El Tabbal H.K. Origin of Um Eleiga gold mineralization, south Eastern Desert, Egypt. Egypt, 1990, Mineral, 2, pp. 3-20.

“Gornye nauki i tehnologii”/ “Mining science and technology”, 2018, No. 1, pp. 89-96

<b>Title:</b>	<b>LATE-OROGENIC GOLD DEPOSITS OF EGYPT</b>
<b>Author:</b>	Name & Surname: <b>Hani Elsayed Sharafeldin</b> Company: <b>Russian State Geological Prospecting University n.a. Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU)</b> Address: <b>23, Miklouho-Maklay's street, Moscow, Russia, 117997</b> Contacts: <b>hanisharfeldin@gmail.com</b>
<b>DOI:</b>	<b>10.17073/2500-0632-2018-1-89-96</b>
<b>Abstract:</b>	Egypt belongs to states developing its mineral resource base. Gold-bearing territory of Egypt is located within the Nubian-Arabian shield in the Neoproterozoic collision zone of transverse thrusts. Granitoid massifs are widely developed within this tectonic zone. The massifs of postorogenic granite (540–435 Ma) are confined to the tectonic collision zones of the Late Riphean and characterized by elevated alkalinity. Spatial relationship has been established between metasomatic halos of ultramafic rock carbonatization, granite intrusions in them, and gold mineralization. The gold mineralization is associated with quartz veins in the granite. In all these quartz gold-bearing veins, gold is associated with pyrite or aggregates of pyrite and arsenopyrite. The veining zones consist of massive quartz with impregnated gold and sulfide minerals. Thus, predominant type of the Precambrian gold mineralization is gold-quartz and gold-sulfide-quartz ore veins associated with zones of increased tectonic permeability of the crust and magmatic rocks – derivatives of granitic magmas and sulfide fluid systems.
<b>Keywords:</b>	Arabian-Nubian shield, collision zone, late orogenic granite, gold-quartz-sulfide formation, gold-quartz veins.
<b>References:</b>	1. Nekrasov E.M., Dorozhkina L.A., Dudkin N.V. Osobennosti geologii i struktury krupnejshih zolotorudnyh mesto-rozhenij jendogennogo klassa [ <i>Features of geology and structure of the largest gold ore deposits of the endogenous class</i> ]. Moscow, Astrea-Center, 2015, 192 p. 2. Abdelnasser A., Kumral M. <i>Mineral chemistry and geochemical behavior of hydrothermal alterations associated with mafic intrusive-related Au deposits at the Atud area, Central Eastern Desert, Egypt</i> . Ore Geol. Rev. 2016, 77, pp.1–24. 3. Akaad M.K., Noweir A. <i>Geology and Lithostratigraphy of the Arabian Desert Orogenic Belt of Egypt between Lat. 25° 35' and 26° 30'</i> . Bulletin of the Institute for Applied Geology King Abdulaziz University 1980, Vol. 3, pp. 127–135. 4. Amin M.S. <i>Geology and mineral deposits of Umm Rus sheet. Geological Survey of Egypt</i> , Cairo, 1955. 5. Azzaz A.S. <i>Distribution of gold and associated elements in the wallrocks of the Sukkari gold deposit, Central Eastern Desert, Egypt</i> . Arab. J. Sci. Eng. 1987, 12 (3), pp. 243-250.





6. Botros N.S. *The role of the granite emplacement and structural setting on the genesis of gold mineralization in Egypt*. Ore Geol. Rev. 2015, 70, pp.173-187.
7. Cavaney R.J., *Geology of Sukari Gold Mine, Eastern Desert Egypt*. (Internal Report to Centamin Egypt Ltd and Pharaoh Gold Mines) 2005.
8. Cook N.J., Chrysosoulis S.L. *Concentrations of "invisible gold" in the common sulfides*. Can Mineral. 1990, 28:pp.1-16
9. El Shazly E.M. *Classification of the Egyptian mineral deposits*, Egypt. Cairo, Egyptian Journal of Geology, 1957, vol. 1, pp. 1-20.
10. Fritz H., Abdelsalam M., Ali, K.A., Bingen B., Collins A.S., Fowler A.R., Ghebreab W., Hauzenberger C.A., Johnson P.R., Kusky T.M., Macey P., Muhongo S., Stern R.G., Viola G. *Orogen styles in the East African Orogen: a review of the Neoproterozoic to Cambrian tectonic evolution*. J. Afr. Earth Sci. 2013, 86, pp. 65-106.
11. Fritz H., Dalmeyer D.R., Wallbrecher E., Loizenbauer J., Hoinkes G., Neumayr P., Khudeir A.A. *Neoproterozoic tectonothermal evolution of the Central Eastern Desert, Egypt: a slow velocity tectonic process of core complex exhumation*. J. Afr. Earth Sci. 2002, 34, pp. 543-576.
12. Fritz H., Wallbrecher E., Khudier A.A., Abu El Ela, F., Dallmeyer R.D. *Formation of Neoproterozoic metamorphic core complexes during oblique convergence, Eastern Desert, Egypt*. J. Afr. Earth Sci., 1996, 23, pp. 311-329.
13. Greiling R.O., Abdeen M.M., Dardir A.A., El Akhal H., El Ramly M.F., Kamal El Din G.M., Osman A.F., Rashwan AA, Rice A.H., Sadek M.F. *A structural synthesis of the Proterozoic Arabian-Nubian Shield in Egypt*. Geol. Rundsch. 1994. 83, pp. 484-501.
14. Ghoneim M.F., Bjørlykke A., Harraz H.Z. *Rb-Sr and Sm/Nd Isotopic Systems of El Sukkari Granite, Eastern Desert, Egypt*. 1st Int. Conf. on the Geology of Africa, Assiut, Egypt, 1999, 1, pp. 281-282.
15. Harraz H.Z., Hamdy M.M. *Zonation of primary haloes of Atud auriferous quartz vein deposit, Central Eastern Desert of Egypt: a potential exploration model targeting for hidden mesothermal gold deposits*. J. Afr. Earth Sci. 2015, 101, pp. 1-18.
16. Helmy H.M., Kaindl R., Fritz H. *The Sukari gold mine, Eastern Desert-Egypt: structural setting, mineralogy and fluid inclusion study*. Mineralium Deposita, 2004, 39, pp. 495-511.
17. Hume W.F. *A preliminary report on the geology of the Eastern Desert of Egypt between Latitudes 22 degrees north and 25 degrees north*; Egyptian Survey Dept., Cairo, 1907. (Paper No. 1).
18. Khalaf I.M, Oweiss K. A. *Gold prospecting in the environs of Sukari gold mine, central Eastern Desert, Egypt*. Ann. Geol. Surv. Egypt. 1993. 19:97-108.
19. Khalil I. K., and Arslan A.I. *Petrography – Thin Section transmitted Light and Reflected light study of specimens from Sukari Gold Mine*, Internal consulting reports, July and December 2006.
20. Kochin G.G., Bassiuni F.A. *The mineral resources of the UAR, Report on generalization of geological data on mineral resources of the UAR carried put under contract 1247 in 1966-1968*. Part I, Metallic minerals: Internal report, Geol. Surv. of Egypt, 18/1968.
21. Mohamed A. Abd El-Wahed, Harraz H., El-Behairy M.H. *Transpressional imbricate thrust zones controlling gold mineralization in the Central Eastern Desert of Egypt*. Ore Geology Reviews, 2016, 78, pp. 424-446.
22. Sabet AH, Bordonosov VP. *The gold ore formations in the Eastern Desert of Egypt*. Ann. Geol. Surv. Egypt, 1984, 16:pp. 35-42.
23. Sharara N.A. *Stable Isotopes and Fluid Inclusions of the Gold Mineralizations at El Sukkari District, Central Eastern Desert, Egypt: Genetic Constraints*. International Conference on Geochemistry, Alexandria University, Egypt, 15-16 Sept 1999, pp. 317-339.
24. Smith, P., Osman R., Franzmann D., Johnson N., Boreham C. *Mineral Resource and Reserve Estimate for the Sukari Gold Project*. Egypt. Internal Tech-



nical Report, Centamin Egypt Ltd, 2017, (177p.).

25. Stern R.J., Johanson P.R., Kroner A., Yibas B. *Neoproterozoic Ophiolites of the Arabian-Nubian Shield. In: Kusky, T.M. (Ed.), Precambrian Ophiolites and Related Rocks Developments in Precambrian Geology* Vol. 13. Elsevier, Amsterdam, 2004, pp. 95-128.

26. Takla M.A., El Dougdoug A.A., Rasmay A.H., Gad A.A., El Tabbal H.K. *Origin of Um Eleiga gold mineralization, south Eastern Desert, Egypt. Egypt*, 1990, Mineral, 2, pp. 3-20.