

В целом, аналогичный состав золота характерен для месторождений Южно-Гобийского золоторудного пояса, в том числе и для промышленных месторождений Олон-Ободского рудного узла (рис. 2в). На проявлении Харанояный в составе высокопробного золота отмечается присутствие ртути до 2.25 мас. %, а на месторождении Хуримт-Худук – до 19.77 мас. %. Кроме того, на этом месторождении присутствуют разнообразные теллурсодержащие минералы.

На основании минералогического состава, минералого-геохимических особенностей рудной минерализации и результатов исследований флюидных включений исследованные рудопроявления предварительно могут быть отнесены к двум основным типам оруденения: Au-Cu сульфидно-кварцевому и Au-Ag-Te кварцевому штокверковому. Эти типы золотого оруденения весьма характерны для Южно-Гобийского золоторудного пояса, в пределах которого они являются преобладающими.

#### Литература

*Борисенко А. С., Ганбат Ц., Акимцев В.А. и др.* Отчет по контракту 1472/14-2002 ОИГГМ СО РАН – компания «Монгол Газар». Часть 2. Южно-Гобийский золоторудный пояс. Новосибирск. 2002, 129 с.

Геология Монгольской Народной Республики. Том 3. Полезные ископаемые. М.: Недра. 703 с.

***П. А. Фоминых, П. А. Неволько***

*Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск  
fominykhpaul@gmail.com*

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

#### **Геологическое строение, минеральный состав руд и эндогенная зональность золоторудного узла Ланг Вай (северо-восточный Вьетнам)**

На протяжении длительного времени геологическая наука уделяет самое пристальное внимание проблеме источников рудного вещества и связи эндогенных месторождений с магматическими горными породами [Sillitoe, 1991; Hedenquist et al., 1994; Thompson et al., 1999; Nie et al., 2004; Bierlein, Mcknight, 2005; Goldfarb et al., 2014]. Особенное внимание уделяется районам, где широко проявлены эндогенные месторождения цветных, редких и благородных металлов, тесно ассоциирующие с магматическими комплексами различного состава (Восточное Забайкалье, Северо-Восток РФ, Юкон, Аляска и др.). По совокупности геологических данных, характеру магматизма и металлогении к таким регионам можно отнести северо-восточную часть Вьетнама.

Р. Силлитое [Sillitoe, 1991] впервые выделил класс золоторудных систем, связанных с интрузивами, в который он включил несколько групп месторождений: порфировые системы, скарны, оруденение в интрузивных породах, минерализованные брекчии и жилы. Группа жильных золоторудных месторождений, связанных с гранитоидами, в дальнейшем была расширена в работе [Thompson et al., 1999].

Изучая золоторудные месторождения, связанные с гранитоидным магматизмом, авторы пришли к выводу, что одним из главных факторов, влияющих на размещение и специфику золоторудной минерализации, являются различия в химическом составе магмы и степени ее окисления, и выделили новый класс золоторудных месторождений, связанных с интрузивными образованиями, для которых характерно присутствие Bi, ( $\pm$ Te), As, Sb, с одной стороны, и отсутствие обогащения медью, с другой. Магмы этих золоторудных месторождений более кислые и восстановленные, чем выделенные в работе [Sillitoe, 1991]. Эти системы отличаются от месторождений золота, связанных с халькофильными окисленными магмами. Из-за различия между этими двумя типами, был введен термин «связанные с интрузиями золоторудные системы» [Lang et al., 2000]. Термин «система» был введен, чтобы подчеркнуть многообразие различных типов месторождений золота в пределах одной области.

Месторождения и рудопроявления, связанные с интрузиями, на территории СВ Вьетнама приурочены к ареалам распространения массивов гранитоидов комплекса Пиа Биок и представляют собой особую специфическую группу объектов с ярко выраженной латеральной зональностью оруденения, типичным примером которых является рудный узел Ланг Вай, расположенный на территории северо-восточного Вьетнама в пределах структуры Ло Гам.

Наиболее крупные и изученные месторождения в пределах рудного узла являются собственно золото-сурьмяное месторождение Ланг Вай, золоторудное Кхоун Пук и золотосодержащее серебро-сурьма-полиметаллическое Лунг Луонг. В пределах каждого из месторождений проявлено несколько рудных зон и участков, характеризующихся своеобразным набором минералов.

Оруденение локализовано на крыльях синклинальных и антиклинальных складок различного порядка, осложненных системой разрывных нарушений [Кочетков и др., 1997]. В пределах месторождения Кхоун Пук разломы, как и оси складчатых структур, имеют субширотную ориентировку. Далее в восточном направлении простирание основных структур сменяется на северо-восточное (месторождение Ланг Вай), а на удалении 20 км, в пределах месторождения Лунг Луонг, ориентировка преимущественно север-северо-восточная. Региональный рудоконтролирующий сдвиг опережается северо-восточными разрывами, вмещающими большинство кварцевых жил рудного поля.

Вмещающие оруденение породы представлены карбонатно-терригенными породами нижнего девона. Наибольшим распространением пользуются известняки, частично мраморированные. Местами в мощных пачках известняков присутствуют прослой хлорит-серицитовых сланцев, метаморфизованных в условиях зеленосланцевой фации [Кочетков и др., 1997].

Магматические образования в пределах рудного узла Ланг Вай представлены небольшим по размеру штоком гранитоидов комплекса Пиа Биок. Размер выходящего на дневную поверхность массива составляет до 1 км в длину и до 300–400 м в ширину. В пределах центральной части рудного узла обнажается несколько таких тел. Граниты состоят из плагиоклаза (65 %), кварца (25 %) и переменных количеств биотита и мусковита. По своим геохимическим характеристикам граниты относятся к высокоглиноземистым гранитам S-типа, имеющим ярко выраженный Eu минимум [Хоа и др., 2008]. Среди аксессуарных минералов в гранитах отмечаются циркон, апатит, монацит, гранат, кордиерит, силлиманит, турмалин и ильменит. Таким образом, данные граниты характеризуются как восстановленные (ильменитовая серия). По многочисленным датировкам, опубликованным в течении последних 10 лет,

возраст формирования гранитов комплекса Пиа Биок составляет 250–240 млн лет. Формирование их, скорее всего, связано с коллизионными событиями на заключительных этапах Индосинийского орогенеза [Faure et al., 2014].

Строение месторождений Кхоун Пук, Ланг Вай и Лунг Луонг во многом сходно, для них всех характерны жильная морфология рудных тел и приуроченность к линейным зонам дробления вмещающих пород. По мере удаления от выходов гранитоидов комплекса Пиа Биок наблюдается следующая смена минеральных парагенезисов: 1) золото-пирит-арсенопиритовый с висмутовыми минералами, 2) золото-пирит-арсенопиритовый, 3) золото-пирит-арсенопиритовый с сурьмяной минерализацией, 4) сурьмяный с золото-арсенопиритовой и полиметаллической минерализацией, 5) сурьмяный с полиметаллической минерализацией, 6) полиметаллический с сурьмяной минерализацией. Проявление висмутовой минерализации приурочено к рудным зонам в непосредственной близости к гранитоидам. Полиметаллическая серебросодержащая минерализация представляет собой наиболее удаленные дистальные фации рудно-магматической системы. Между различными типами минерализации существуют переходные разности, характеризующиеся комплексностью руд.

Анализ особенностей геологического строения, условий локализации и морфологии рудных тел позволяет предположить, что месторождения Кхоун Пук, Ланг Вай и Лунг Луонг представляют собой единую рудную систему. Мы предполагаем, что руды всех трех месторождений были сформированы близодновременно при единых процессах.

Центральная часть рудного узла (месторождение Кхоун Пук) представлена Au-As-Bi типом оруденения. Главными рудными минералами являются пирит, арсенопирит, второстепенными – самородные висмут и золото. По мере удаления от интрузива в рудах значительно уменьшается доля висмута, но начинает увеличиваться количество сурьмы. Так, восточный фланг месторождения Кхоун Пук характеризуется Au-As-Sb типом оруденения. Помимо пирита и арсенопирита в рудах присутствует джемсонит, в меньшей степени, бурнонит и тетраэдрит.

Руды месторождения Ланг Вай комплексные. Среди них можно выделить несколько «крайних» типов руд (Au-As, Au-As-Sb, Au-Sb-As, Sb-Au-As±(Pb,Zn), Sb), хотя наиболее распространены комплексные золото-сурьмяные (сурьмяно-золотые) руды. Главными рудными минералами являются пирит, арсенопирит и сурьмяные минералы. К второстепенным минералам можно отнести сфалерит. По мере увеличения доли сурьмы в рудах намечается смена джемсонита и бурнонита на антимонит и бертьерит. В сурьмяных (золотосодержащих) рудах отмечается значительное количество самородной сурьмы.

По мере удаления от выхода гранитоидов, в северном направлении, расположено месторождение Лунг Луонг с двумя участками. Участок Лунг Луонг имеет Sb-Pb(Zn)-Ag±Au специфику, в то время как северный участок Пу Бо – Pb(Zn)-Ag-Sb±Au. Важным отличием руд является отсутствие арсенопирита. Главные рудные минералы представлены пиритом, джемсонитом, сфалеритом. Среди второстепенных выделяются галенит, антимонит и халькопирит.

Таким образом, на основании вышесказанного можно сделать основные выводы. Характерной чертой месторождений данного типа является проявление минерально-геохимической зональности. Висмутовая минерализация приурочена к рудным зонам в непосредственной близости к гранитоидам. На удалении от выходов гранитов она не встречается. Полиметаллическая серебросодержащая минерализация представляет собой наиболее удаленные дистальные фации рудно-магматической

системы. Между различными типами минерализации существуют переходные разновидности, характеризующиеся комплексностью руд. В наиболее удаленных дистальных фациях полиметаллическая минерализация не содержит арсенопирит. Для руд всех описанных месторождений важным является практически полное отсутствие медной минерализации. Единичные проявления халькопирита носят скорее минералогический интерес.

В результате проведенных исследований предполагается, что изученная группа месторождений является единой рудно-магматической системой с выраженной латеральной зональностью оруденения. Формирование минерализации рудного узла Ланг Вай, вероятно, связано с внедрением гранитов комплекса Пиа Биок.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-7305.2016.5.*

### Литература

*Кочетков А. Я., Гатинский Ю. Г., Эпштейн Ю. А и др.* Золото-антимонитовая формация на Юго-Востоке Азии // Доклады академии наук. 1997. Т. 355. №2. С. 226–229.

*Хоа Ч. Ч., Изох А. Э., Поляков Г. В. и др.* Пермотриасовый магматизм и металлогения Северного Вьетнама в связи с Эмейшаньским плюмом // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 7. С. 637–652.

*Bierlein F. P., McKnight S.* Possible intrusion-related gold systems in the western Lachlan Orogen, southeast Australia // Economic Geology. 2005. Vol. 100. P. 385–398.

*Faure M., Lepvrier C., Nguyen V. V. et al.* The South China block-Indochina collision: Where, when, and how? // Journal of Asian Earth Sciences. 2014. Vol. 79. P. 260–274.

*Goldfarb R. J., Taylor R. D., Collins G. S. et al.* Phanerozoic continental growth and gold metallogeny of Asia // Gondwana Research. 2014. Vol. 25. № 1. P. 48–102.

*Hedenquist J. W., Lowenstern J. B.* The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits // Nature. 1994. Vol. 370. P. 519–527.

*Lang J. R., Baker T., Hart C. J. R. et al.* An exploration model for intrusion-related gold systems // Society of Economic Geologists. 2000. Newsletter 40. P. 1–15.

*Nie F. J., Jiang S. H., Liu Y.* Intrusion-related gold deposits of North China craton, People's Republic of China // Resource Geology. 2004. Vol. 54. № 3. P. 299–324.

*Sillitoe R. H.* Intrusion-related gold deposits // in: Gold metallogeny and exploration. Glasgow: Blackie and Son Ltd, 1991. P. 165–209.

*Thompson J. F. H., Sillitoe R. H., Baker T. et al.* Intrusion-related gold deposits associated with tungsten-tin provinces // Mineralium Deposita. 1999. Vol. 34. P. 197–217.