

Факторы размещения месторождений золота и источники рудного вещества**Войтеховский Ю.Л., Предовский А.А.**Геологический институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты, e-mail: woyt@geoksc.apatity.ru

Анализ состава, строения, размещения и условий формирования месторождений золота позволяют выделить те их особенности, которые могут быть использованы для прогнозирования на Северо-Западе России [2, 7].

1. Главный фактор размещения месторождений – тектонический. Ведущие контролирующие структуры – долгоживущие линеаменты и сопровождающие их разломные системы, образующие глобальную сеть. Линеаменты отвечают за вывод мантийной энергии и вещества в земную кору, тектогенез, магматизм, метаморфизм, метасоматоз и эндогенный рудогенез [12]. Такой акцент альтернативен концепции движущихся литосферных плит в пользу концепции глобальной системы глубинных линеаментов [9-11]. Яркий пример тектонического контроля золотого оруденения – месторождения типа Карлин на западе США. Они приурочены к пересечению разрывно-складчатых структур Скалистых гор и трансформного тихоокеанского разлома, продолжающегося в сторону Великих Озер [3]. Еще один пример – западный Тянь-Шань и Кызыл-Кумы, где на сопряжении южного продолжения Урала и субширотной Средиземноморско-Гималайской системы расположены Мурунтау, Замиртан, Кумтор и др. Аналогична позиция и другие продуктивных территорий на пересечениях линеаментов более низких рангов.

2. Намечаются два крайних типа рудоносных районов. I – активные зоны прогибов и супракрустального породообразования, прошедшие интенсивную инверсию, складчатость и метаморфизм. II – блоки длительного сводового воздымания фундамента и эндогенной активности. Оба типа ведут к режиму, близкому к орогенному, позже – рифтогенному. На поздних этапах развития характерны субщелочные и щелочные магматиты в виде даек и малых интрузий широкого спектра меланократовости. Для типа II специфичны и крупные массы гранитоидов.

3. Важная черта всех рудоносных районов – многократная тектоническая активизация с развитием мелкой складчатости, сланцеватости, кливажа и трещиноватости, перекристаллизации и гидротермально-метасоматических изменений пород, что отражено в сложных структурных узлах.

4. Весьма значима большая длительность развития рудоносных структур и районов – до десятков и первых сотен миллионов лет.

5. Показательны особенности породообразования. В районах типа I типоморфны осадочные процессы с вулканогенно- и туфогенно-осадочным накоплением. Образование супракрустальных толщ отличается перерывами и размывами уже накопленных отложений. Исключительный критерий – конседиментационный флюидно-гидротермальный привнос золота и сопутствующих рудных компонентов [4, 13, 14], названный SEDEX-процессом [5, 6]. Для кварцевых фрагментов рудоносных конгломератов разработана модель формирования за счет конседиментационного размыва экагляционно-осадочных гелей кремнезема. Характерны туфогенно-осадочные продукты разного состава: кремнистые, железистые, сульфид-, карбонат-, фосфат- и углеродсодержащие, в т.ч. битуминозные. Для последних установлена связь с мантийными источниками [6]. В областях типа II помимо гранитоидов рудовмещающими могут быть супракрустальные толщи наложенных прогибов и поверхности крупных несогласий.

6. Минералогические особенности золоторудных структур – высоко- (с К и К-Na полевыми шпатами, флогопитом, биотитом, турмалином, кварцем и мусковитом) и низкотемпературные (с кварцем, серицитом, хлоритом, флюоритом, доломитом, магнезитом, сидеритом, кальцитом, альбитом, адуляром, халцедоном и гематитом) парагенезисы. В золоторудных залежах значительна роль сульфидной минерализации (пирит, пирротин, марказит) с подчиненным количеством арсенопирита, антимонита, сложных сульфоарсенидов, галенита, сфалерита, халькопирита, молибденита и киновари. Эффективным для прогноза является онтогенический анализ [1].

7. Геохимические особенности – повышенные содержания редких тяжелых литофилов (W, Mo, Sn, U, Th, Zr, Nb), халькофилов (Pb, Hg, Zn, Cu), сидерофилов (Co, Ni), самих благородных металлов (Au, Ag, PGE), а также As, Sb, Se, Te, В, F, Р. Благоприятно повышенное содержание в породах углеродистого вещества (графита, углеводородов, сложных органических и металлоорганических соединений) и реликтов рудообразующей среды (CO₂, N, H₂S, CH₄).

8. Намечается ряд золоторудных эпох, среди которых особо выделяется позднеархейский (2.9-2.6 млрд. лет назад), представленный месторождениями Витватерсранда, Калгурли, Хемло, Иеллоунайфа и отличавшийся широким развитием активных вулканических и поствулканических процессов [2]. Далее следуют максимумы 1.7-1.6, 0.8, 0.4-0.24 и 0.2-0.01 млрд. лет назад. Палеозойский и мезо-кайнозойский максимумы означают новую активизацию золоторудного процесса. Заметим, что периодичность максимумов золотого оруденения приближается к периодичности орогенных окончаний в тектонической истории Земли.

9. Размеры рудоконтролирующих зон: по горизонтали от 0.5 до 5-8 км, по вертикали от сотен метров до 2.5 км, мощность от первых метров до 0.5 км. Содержания Au в рудных телах от 2-5 до 17-70 г/т. Оно локализовано в сульфидном и углеродистом веществе и, как правило, дисперсно. Видимое Au свойственно богатым, часто перекристаллизованным рудам.

Приведенные обобщения могут служить основой для суждения о причинах, механизмах формирования месторождений Au и источниках рудного вещества. Представляется, что крупные месторождения образуются вследствие взаимодействия эндогенных и экзогенных породо- и рудообразующих систем в пределах мантии и коры. Начальный импульс исходит из мантии по долгоживущим линейным структурам в виде потока теплоносителя и сопровождающих флюидов. Интенсивность процесса возрастает в областях их пересечения. Глубинный тепло-массопоток определяет коро-мантийные взаимодействия, в т.ч. возникновение прогибов, сводовых поднятий, проявления орогенеза и рифтогенеза.

Множественность и длительность глубинных импульсов определяют привнос золота и сопутствующих элементов в кору. Накопление золота эффективно в восстановительной среде, что обеспечивается составом глубинных флюидов, содержащих водород, сероводород и углеводородное вещество. От импульса к импульсу меняется характер теплоносителя и сопровождающих флюидов. После работы [8] и геохимического изучения мантийных пород, сомнения в глубинном источнике щелочей, тяжелых литофилов (в т.ч. U и Th) и благородных металлов нельзя считать обоснованными. Если намеченная схема правомерна, то могут быть сделаны следующие выводы.

1. Источником золота для золоторудных районов и крупных месторождений является мантия, хотя его перенос и накопление могут быть опосредованы промежуточными носителями.

2. Рудовмещающие породы не всегда являются “материнскими” для золота или обеспечивают малую часть его ресурса. Это относится к разнообразным гранитоидам и другим магматитам.

3. Прогнозирование и поиски месторождений золота наиболее эффективны при учете комплекса показателей, подобных рассмотренным.

Многие моменты предлагаемой работы перекликаются с уже опубликованными другими авторами. Подробные ссылки невозможны из-за небольшого объема статьи, смысл которой не в новизне отдельных положений, а в системном подходе к проблеме.

Литература

1. *Богуш И.А., Бурцев А.А.* Онтогенетический атлас морфогенетических микроструктур колчеданных руд. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2004. 200 с.
2. Золоторудные гиганты России и мира / *Константинов М.М.* и др. М.: Научный мир, 2000. 272 с.
3. *Калягин А.Н., Абрамов В.А.* Основы трансструктурной геологии в океанологии и металлогении. Владивосток: Дальнаука, 2003. 348 с.
4. *Константинов М.М., Косовец Т.Н.* Стратиформное Au-Qu оруденение в турбидитах Южной Якутии // Руды и металлы. 1996. № 3. С. 7-21.
5. *Кременецкий А.А., Максимюк Н.Е., Юшко Н.А.* Минералого-геохимические критерии седиментогенно-эксгальционного генезиса золотоносных конгломератов (Витватерсранд, ЮАР) // Разведка и охрана недр. 2006. № 9. С. 21-28.

6. *Кременецкий А.А., Юшко Н.А.* SEDEX-процесс – ведущий механизм формирования ресурсного потенциала Au и U в докембрийских конгломератах и полосчатых железных рудах. Тр. Ин-та геохимии окружающей среды Вып. 5/6. Киев, 2002. С. 36–52.

7. Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования / Ред. *Д.В. Рундквист*. М.: ИГЕМ РАН, 2004. 430 с.

8. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. М.: Недра, 1980. 216 с.

9. *Макаренко Г.Ф.* Периодичность базальтов, биокризисы, структурная симметрия Земли. М.: Геоинформмарк, 1997. 98 с.

10. *Макаренко Г.Ф.* Планетарные горные дуги и мифы мобилизма. М.: Косминформ, 1993. 280 с.

11. *Макаренко Г.Ф.* Траппы в структуре материков. М.: Наука, 1983. 208 с.

12. *Предовский А.А.* К проблеме основных элементов тектонического развития Земли: какова альтернатива новой глобальной тектоники литосферных плит // Тр. Всерос. научн. конф. Мурманск, 2003. С. 223–225.

13. *Hutchinson R.W., Viljoen R.P.* Reevaluation of gold source in Witwatersrand ores // S. Afr. Geol. 1988. V 186. N 91. P 153–173.

14. *Reimer T.O.* Alternative model for the derivation of gold in the Witwatersrand Supergroup // J. Geol. Sc. L. 1984. V 41. P 263–272.

О двух типах раннедокембрийских эклогитов в Беломорском подвижном поясе (р-н с. Гридино, Карелия)

Володичев О.И., Слабунов А.И.

Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: volod@krc.karelia.ru, slabunov@krc.karelia.ru

Проблемы геологии и петрологии эклогитов были актуальными постоянно на протяжении почти двухсотлетней истории их изучения. В последний период интерес к ним резко возрос [9] в связи с разработкой теории тектоники плит, в соответствии с которой эклогиты образуются при субдукционных и коллизионных процессах. Но и с принятием этой теории острой остается проблема соотношения метаморфизма эклогитов и вмещающих пород. В одних комплексах однозначно устанавливается их изофациальность, но весьма распространенной является ситуация, в которой породы, вмещающие эклогиты, имеют более низкий уровень метаморфизма. В ряде случаев это несоответствие представляется кажущимся, и по отдельным признакам во вмещающих породах восстанавливаются [11] или предполагаются [10] реликтовые минералы или парагенезисы эклогитовой фации, подвергнутые при наложенных деформациях вторичным изменениям. Многие исследователи полагают, что это явление, обусловленное различной реакцией эклогитов и вмещающих пород (за счет различной реологии) на наложенные динамометаморфические преобразования, имеют широкое распространение, и хорошим подтверждением этого является недавнее обнаружение в ряде эклогитосодержащих комплексов коэситов и алмазов не только в эклогитах, но и во вмещающих породах [7]. Другим распространенным объяснением подобного градиента является аллохтонный характер тел эклогитов в чешуйчатых, надвиговых зонах, фиксирующий значительные относительные перемещения, допускающие даже возможность тектонических внедрений фрагментов эклогитизированных пород верхней мантии в верхние горизонты земной коры [8, 12 и др.]. Весьма популярным в настоящее время является также объяснение несоответствия метаморфизма влиянием флюида в ходе коллизионного процесса. Так, во время Каледонской орогении гранулиты комплекса Берген Аркс, Норвегия подверглись частичной перекристаллизации в условиях эклогитовой фации метаморфизма лишь на участках проникновения флюида в shear-зонах [6].

Результаты исследования геологии и петрологии древнейших на Земле раннедокембрийских эклогитов, распространенных в Беломорском подвижном поясе (БПП) в районе с. Гридино, в условиях идеальной обнаженности, позволяющей наблюдать и изучать непосредственные контакты пород разного состава и возраста, их взаимоотношения и степень участия в наложенных деформациях, выявили другие возможные варианты особенностей соотношения метаморфизма тел эклогитов с вмещающими породами.