

УДК 553.411(470.22)

ЭВОЛЮЦИЯ ЭНДОГЕННЫХ РЕЖИМОВ И СТАДИЙНОСТЬ ЗОЛОТОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ В КОСТОМУКШСКОЙ СТРУКТУРЕ, КАРЕЛИЯ

© 2004 г. Л. В. Кулешевич

Представлено академиком Д.В. Рундквистом 02.02.2004 г.

Поступило 11.02.2004 г.

Костомукшская зеленокаменная структура является основным железорудным и перспективным золоторудным районом Карелии (рис. 1). Относительно ее геологического строения и геодинамического развития в позднем архее в последние годы сложились новые мобилистские представления [1–6], различающиеся в некоторых деталях, моделях, но в целом определяющие ее двухстадийное развитие – проторифтогенное (заложение и развитие внутриконтинентального рифта, либо рифта на океанической коре) и орогенное (на аккреционно-коллизивной стадии). В новой стратиграфической схеме-последовательности, учитывающей геохронологические, стратиграфические и структурные данные, в отличие от ранее существующей [7, 8], аккретированные образования лопийского комплекса верхнего архея включают следующие три толщи (табл. 1): нижнюю ультрамафит-мафитовую в объеме ниemiaрвинской и руvинваарской свит, среднюю – в объеме шурловаарской свиты и верхнюю – в объеме гимольской серии. Эти представления и наши металлогенические исследования позволяют проследить стадийность метасоматоза и накопления золотого оруденения и определившие его промышленную локализацию факторы.

В общей эволюции эндогенных режимов могут быть выделены следующие главные магматические и деформационные события и сопряженные с ними стадии накопления золота (табл. 1).

Наиболее ранний рифтогенез на рубеже 2843 млн. лет, накопление толеитовых базальтов и коматиитов, локальное излияние шаровых и вариолитовых коматиито-базальтов в центральной части структуры с линзовидными обособлениями натриевых дацитов (ликвационные явления). Отсутствие сульфидных залежей, убогая сульфидная никелевая минерализация, связанная с метаморфизмом коматиитов.

В шельфовой обстановке на континентальной окраине происходит накопление терригенно-осадочных пород, железистых кварцитов, маломощных горизонтов углеродистых сланцев.

Складчатые деформации (D1) раннего аккреционно-коллизивного этапа сопровождаются формированием крупных купольных массивов тоналитов в обрамлении и смятием ультрамафит-мафитовой толщи. В западной части структуры происходит заложение островодужной системы и накопление осадочно-вулканогенной толщи шурловаарской свиты (2795 млн. лет), представленной кислыми вулканитами, туфогенно-осадочными породами и полосчатой железистой формацией, включающей маломощные горизонты золотосодержащих колчеданных и магнетитовых руд. К сульфидным горизонтам шурловаарской свиты приурочены повышенные фоновые концентрации золота (0.02–0.5 г/т) и его проявления на северо-западе Костомукшской структуры – Западное Руvинваарское (до 0.6–3 г/т Au), в южной части – Ниemiaрвинское (0.89–1.8 г/т Au). В юго-восточной части структуры к полосчатой толще приурочены небольшие проявления золото-сульфидно-кварцевых перетолженных прожилковых руд Восточное и Кургелампи (0.55–2.54 г/т Au), оказавшиеся в зоне влияния гранитного массива Восточного.

Блокировка сформировавшейся синклиновой структуры (D2), сдвиговые зоны субмеридионального и субширотного простирания, внедрение габброидов и затем внутрискрутурных гранитоидов – рудовмещающего комплекса диоритов – гранит-порфиров (2720 млн. лет) в наиболее благоприятных узлах зон сдвиговых деформаций южной части площади (участки Таловейс, Берендей). Формирование вкрапленного и вкрапленно-прожилкового штокверкого золото-сульфидного оруденения в березитизированных апикальных частях интрузий Центральная и Факторная со средними содержаниями золота 1–5 г/т и золотоносным пиритом. Изменения в ореоле интрузий отвечают условиям пропилитизации и сопровождаются малозолотоносным пиритом.

*Институт геологии Карельского научного центра
Российской Академии наук, Петрозаводск*

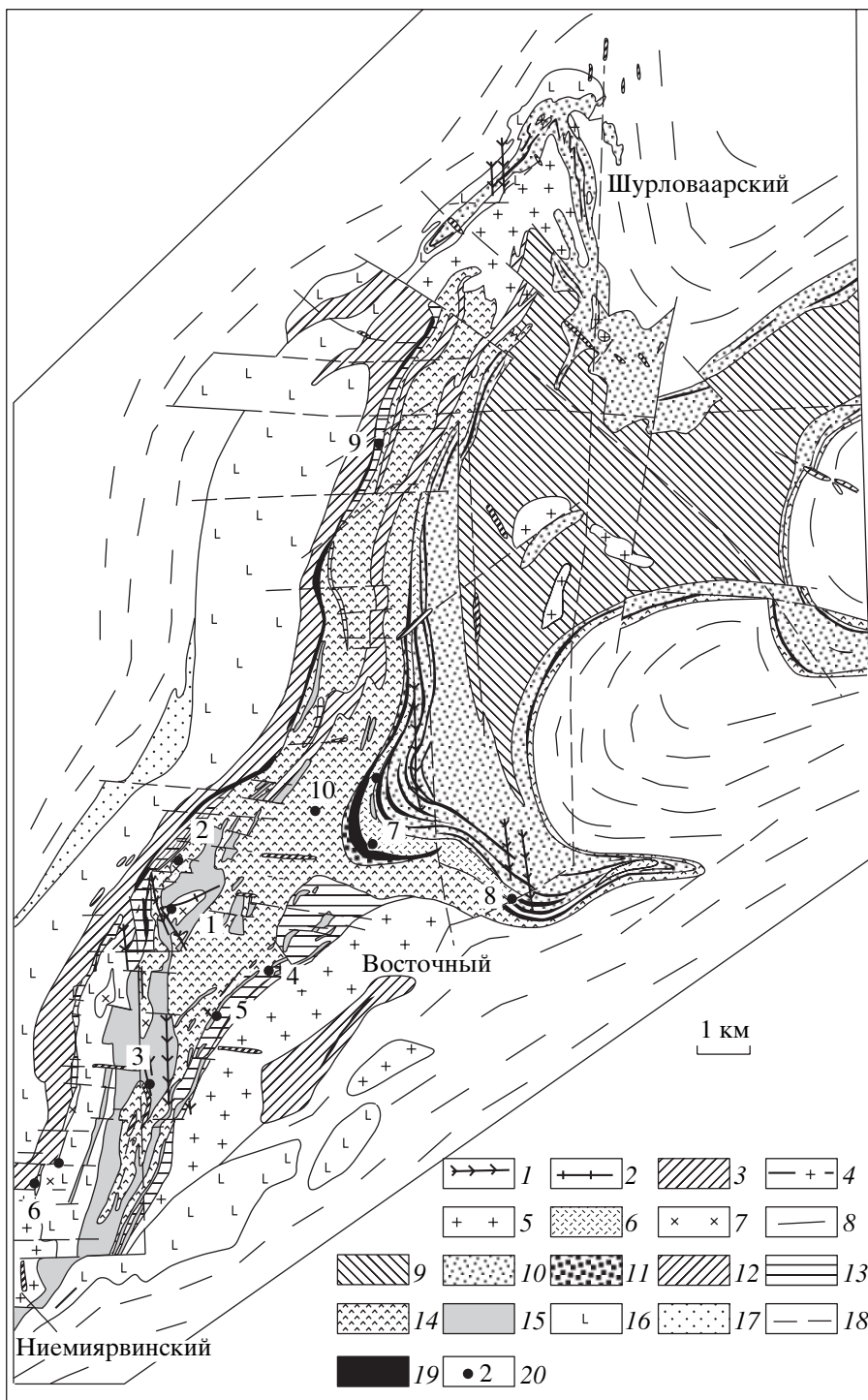


Рис. 1. Схема геологического строения Костомукшской структуры (электронная схема составлена Л.В. Кулешевич на основе карт В.Я. Горьковца и В.Н. Фурмана). 1, 2 – дайковый комплекс: 1 – лампроиты (R), 2 – щелочные пикриты; 3 – нерасчлененные габбро (AR₂-PR₁); 4 – дайки андезитов, дацитов (AR₂); 5–7 – позднеорогенные интрузивные образования (AR₂): 5 – калиевые граниты, 6 – риодациты (геллефлинты, плагиопорфиры), 7 – таловейский комплекс диоритов, кварцевых диоритов, гранит-порфиров; 8 – тоналиты, гранито-гнейсы; 9–11 – гимольская серия (AR₂): 9 – сланцы сурлампинской свиты, 10, 11 – костомукшская свита (10 – кварц-биотитовые, амфибол-биотитовые сланцы и железистые кварциты, 11 – конгломераты); 12–16 – контокская серия (AR₂): 12, 13 – шурловаарская свита (12 – вулканогенные образования: риодациты, туфы, 13 – углеродсодержащие, кварц-биотитовые, амфибол-биотитовые сланцы, железистые кварциты, полосчатые амфиболиты), 14, 15 – рувинваарская свита (14 – базальты, вариолитовые базальты, 15 – коматиты, коматитовые базальты), 16 – ниемиярвинская свита: амфиболиты по базальтам; 17 – нюкозерская толща: двуслюдяные сланцы; 18 – разломы; 19 – железные руды; 20 – золоторудные проявления: 1 – месторождение Таловейс, 2–10 – рудопроявления: 2 – Факторное, 3 – Берендей, 4 – Кургелампи, 5 – Восточное, 6 – Ниемиярвинское, 7 – Костомукшский карьер, 8 – Южно-Костомукшское, 9 – Западно-Рувинваарское, 10 – Рувинваара.

Таблица 1. Стадийность геологических событий, фиксируемых в Костомукшской зеленокаменной структуре

Стратиграфическая шкала	Режим развития	Возраст, млн. лет	Осадочно-вулканогенные образования	Возраст, млн. лет	Возраст, млн. лет	Интрузивные комплексы	Структурно-тектоническая перестройка, метаморфизм, метасоматоз	Металлогеническая специализация
Протерозой. Средний рифей	Рифтогенный				1230–1241 (Sm–Nd, Rb–Sr)	Комплекс даек калиевых щелочных ультраосновных пород: лампроиты, щелочные пикриты	Активизация ССЗ-, ВСВ-разломов (калиевый метасоматоз)	Алмазы (перспективы)
Протерозой	Коллизионный				(1900–1800)		Свекофенский этап деформаций: крупные блоковые перемещения	
Ягулий–сумий	Активизация глубинных разломов				?	Дайки габбро-долеритов (нерасчлененные)	ССЗ-, СЗ- и субширотные разломы, контролирующие развитие даек	Бедное вкрапленное титаномангнетитовое оруденение
Верхний архей. Лопий	Позднеорогенный, коллизионный				2700 ± 40 (U–Pb)	Комплекс пурловарских и ниemiaрвинских калиевых гранитов (гранодиориты, граниты, лейкограниты, аплиты, пегматиты)	Поздний этап деформаций (Д4), смятие железистых кварцитов, свитовые зоны ССВ–20°-простираания, амфиболитовая фация (мигматизация, микроклинизация, кварцевые жилы, окварцевание, биотитизация, скарноиды)	Молибденитовое оруденение, формирование в свитовых зонах промышленных золото-кварцевых жил, золото-сульфидно-кварцевого и шеслитово-сульфидно-кварцевого оруденения
					2707 ± 31 (U–Pb)	Раутаойский комплекс: натриевые риодацит-порфиры (геллефлинты)	Сдвиговые деформации (Д3), сопровождаются низкотемпературными гидротермальными изменениями (окварцевание, турмалинизация)	Золото-сульфидная (пирротин-арсенири-товая) минерализация
					2720 ± 15 (U–Pb)	Таловейский комплекс: габбро, диориты, кварцевые диориты, гранит-порфиры, дайки андезитов, микродиоритов	Сдвиговые зоны ССВ- и В-простирааний хрупко-пластичные деформации (Д2). Приконтактные деформации и изменения: березитизация гранитоидов	Золото-сульфидное и золото-сульфидно-кварцевое штокверковое оруденение

Таблица 1. Окончание

Стратиграфическая шкала	Режим развития	Возраст, млн. лет	Осадочно-вулканогенные образования	Возраст, млн. лет	Интрузивные комплексы	Структурно-тектоническая перестройка, метаморфизм, метасоматоз	Металлогеническая специализация
	Шельфовые, окраинно-континентальные обстановки	?	Гимольская серия (ks, sig свиты): конгломераты, железисто-кремнистая толща, биотитовые, амфиболовые, углеродистые сланцы				Железистые кварциты
	Раннеорогенный			?	Массивы тоналитов, плагиогранитов в обрамлении структуры	Ранний этап складчато-разрывных деформаций (Д1 ²). Метаморфизм эпидот-амфиболитовой – амфиболитовой фаций	
		2801–2795 ± 10 (U–Pb)	Шурловаарская свита: риодациты, туфогенно-осадочная толща, железисто-кремнистые и углеродистые сланцы	2795 ± 29 (U–Pb)	Дайки порфиров, экстррузии риодацитов	Ранние сдвиговые зоны СВ-простираются в западной части структуры (Д1 ¹)	Колчеданы, магнетитовые руды, бедная золото-сульфидная минерализация
	Мантйный Рифтогенный	2843 ± 39 (Sm–Nd)	Контокская серия (pp, pi свиты): ультрамафит-мафитовая толща: толеитовые базальты, коматиты, коматитовые базальты, их туфы, кремнистые осадки. В верхних горизонтах шаровые и вариолитовые лавы коматитовых базальтов и натриевых дацитов		Интрузивные перидотиты и габбро	Заложение субмеридиональной троговой структуры	Никель (бедная вкрапленная миллерит-пентландит-пирротин-новая минерализация, метаморфогенная)

Примечание. При определении возраста использованы результаты радиологического датирования С.Б. Лобач-Жученко, А.В. Самсонова, И.С. Пухтеля, Л.П. Никитиной [1–6, 9]. Д1–Д4 – этапы деформаций в лопийском комплексе пород.

Сдвиговые деформации в восточной части структуры на площади железорудного месторождения (Д3). Формирование малоглубинного микропорфирового раутаойского комплекса натриевых риодацитов (геллефлинт) и даек в западной полосе структуры с возрастом 2707 млн. лет, сопровождавшихся интенсивными гидротермальными изменениями (окварцеванием и турмалинизацией) и накоплением золото-сульфидного (пирротин-арсенипиритового) оруденения с содержанием золота 1–6 г/т.

Поздняя коллизионная стадия. Внедрение комплекса калиевых гранитов на рубеже 2700–2680 млн. лет (Шурловаарского, Ниемиярвинского и Восточного массивов), складчатые деформации (Д4). Формирование сдвиговых зон север-северо-восточного простирания и высокотемпературных метасоматитов. Метаморфизм в сдвиговых зонах достигает условий амфиболитовой фации [10]. Для этой стадии присущ интенсивный К-метасоматоз: калишпатизация вмещающих толщ и гранитов обрамления. Формирование в пределах всей структуры и особенно в южной части площади системы север-северо-восточных смещений и кварцевых жил. Околожилные изменения представлены высокотемпературными парагенезисами, содержащими в разных породах куммингтонит, микроклин, кварц, биотит и гранат.

В пределах массива Центрального на участке Таловейс образуются богатые промышленные малосульфидные золото-кварцевые жилы, на участке Берендей – система маломощных карбонат-кварцевых прожилков с (шеелит)-золото-сульфидной минерализацией, на Костомукшском месторождении – золотосодержащие сульфидно-кварцевые прожилки [11, 12]. Среднее содержание золота в главном рудном теле месторождения Таловейс составляет 5,6 г/т и достигает 32 г/т, в кварцевой жиле № 1 – до 80 г/т, на рудопроявлении Берендей – до 20 г/т.

Протерозойская активизация структуры сопровождается ее блокировкой, внедрением по субширотным и северо-западным разломам габброидов. На среднерифейском этапе по север-северо-западным и субширотным расколам внедряются дайки лампроитов (1231–1241 млн. лет). Существенного влияния на переотложение золота эти события не оказали. Незначительное повышение геохимического фона золота отмечается вблизи лампроитов, секущих гранит-порфиры участка Таловейс.

Таким образом, накопление золотой минерализации на Костомукшской площади фиксирует-

ся в позднем архее на разных временных отрезках геологической истории: 1) в связи с гидротермальными процессами и образованием сульфидной минерализации, ассоциирующей с кислыми вулканитами островодужной системы шурловаарской свиты; 2) с гидротермальными процессами, сопровождающими внедрение диоритов – гранит-порфиров таловейского комплекса; 3) в связи с гидротермальными процессами, сопровождавшими риодациты раутаойского комплекса; 4) с высокотемпературными метасоматическими преобразованиями и малосульфидными золото-кварцевыми жилами в север-северо-восточных зонах сдвиговых деформаций коллизионного этапа. Основными факторами, контролирующими оруденение, являются кислый–средний магматизм и деформации коллизионной стадии развития структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пухтель И.С., Самсонов А.В., Щипанский А.А. и др. Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Тез. докл. I Междунар. конф. СПб., 1996. С. 65–67.
2. Puchtel I.S., Hofman A.W., Yochum K.P. et al. // Terra Nova. 1997. № 9. P. 87–90.
3. Samsonov A.V., Puchtel I.S., Bibikova E.V. et al. Precambrian of Europe. Abstr. St.-Petersburg: IPPGG RAS, 1995. P. 95.
4. Samsonov A.V., Puchtel I.S., Shchipansky A.A. et al. Svekalapko W.S. Lammi, 1999. P. 58.
5. Кожевников В.Н. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск, 2000. 222 с.
6. Лобач-Жученко С.Б., Арестова Н.А., Милькевич Р.И. и др. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 4. С. 3–10.
7. Горьковец В.Я., Раевская М.Б., Белоусов Е.Ф., Инина К.А. Геология и металлогения Костомукшского железорудного месторождения. Петрозаводск: Карелия, 1981. 143 с.
8. Горьковец В.Я., Раевская М.Б., Володичев О.И., Голованова Л.С. Геология и метаморфизм железисто-кремнистых формаций Карелии. Л.: Наука, 1991. 176 с.
9. Никитина Л.П., Лохов К.И., Левский Л.К. и др. // Вестн. СПбГУ. Сер. 7. 1999. В. 2. № 14. С. 11–24.
10. Володичев О.И., Кузенко Т.И., Козлов С.С. В сб.: Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2002. С. 15–26.
11. Кулешевич Л.В., Фурман В.Н., Кортаева Н.Н. В сб.: Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2000. С. 50–59.
12. Кулешевич Л.В. В сб.: Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2002. С. 59–72.