

Ау-Си-Мо-порфиновые месторождения. Порфиновые месторождения – главный мировой источник Си и Мо; кроме того, из них добываются попутно Ау и Аг, РGE и REE. Они сопровождаются многочисленными полиметаллическими, золото-серебряными, сурьмяно-ртутными месторождениями сателлитами и россыпями. С ними связано экономическое развитие Чили, Перу, Узбекистана, Казахстана, Монголии, Армении, Сербии, Македонии, Болгарии, Румынии, отчасти Мексики и Греции. По запасам Си, Мо, Ау, Аг порфиновые месторождения относятся к классу крупных и сверхкрупных, обычно от 100 до 1000 и более млн. тон с низкими и средними содержаниями 0.3–1.5% Си, 0.001–0.05% Мо и 0.03–1.0 г/т Ау и 1.0–6.0 г/т Аг [7]. Месторождения имеют различный от докембрийского до четвертичного, но преимущественно мезозойский и кайнозойский возраст. Классические провинции медно-порфиновых месторождений сформировались в двух геодинамических обстановках: континентальных вулканогенных поясов и вулканических островных дуг. Наиболее важные характеристики порфиновых систем приведены в работах [7, 3].

Признаки, указывающие на развитие Ау-Си-Мо-порфинового типа оруденения отмечены на месторождении Пеллапахк в зеленокаменном поясе Комозеро-Воронья, Кольский полуостров [1] и месторождении Ялонвара в Приладожском районе Карелии.

Таким образом, к весьма перспективным промышленным типам месторождений золота в Северо-западном регионе России относятся: золотосодержащие медно-молибден-порфиновый, месторождения золота, связанные с гранитоидными интрузивами, золото-сульфидный (вкрапленный). Особое внимание заслуживают большеобъемные штокверковые объекты, характерные для этих промышленных типов.

Литература

1. Волков А.В. Новиков И.А. Золото-сульфидное месторождение Оленинское (Кольский полуостров, Россия). Геология рудн. месторождений. 2002, Т. № 5. С. 412–424.
2. Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А., Егоров В.Н., Шаповалов В.П., Прокофьев В.Ю., Колова Е.А. Закономерности размещения и условия образования Си-Ау-порфиновых месторождений Северо-Востока России // Геология рудн. месторождений 2006. Т. 48, № 6. С. 512–539.
3. Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А. О плутоногенных месторождениях с тонкодисперсным золотом // Докл. Ан, 2007. Т. 412. № 1. С. 76–80.
4. Прокофьев В. Ю., Кулешевич Л.В., Волков А. В., Сидоров А. А. Первые данные об условиях формирования и составе рудообразующих флюидов проявлений золота в железорудном месторождении Костамукша (Карелия)// Докл. Ан, 2005, т. 402, № 2 С. 233–238.
5. Сафонов Ю.Г., Волков А.В., Вольфсон А.А., Генкин А.Д., Крылова Т.Л. Золото-кварцевое месторождение Майское (Северная Карелия): геологические и минералого-геохимические особенности, вопросы генезиса. Геол. рудн. местор. 2003, т. 45, № 5. С. 429–451.
6. Groves D. The gold potential of Finland: an initial appraisal // V Fennoscandian exploration and mining meeting. Rovaniemi, Finland, 2005. P.
7. Kerrich R., Goldfarb R., Groves D., Graven S., Yiefei J. The characteristics, origins, and geodynamic settings of supergiant gold metallogenic provinces. Science in China (Series D), 2000. V. 43. Supp. P.1-68.
8. Leahy, K., Barnicoat, A.C., Foster, R.P., Lawrence, S.R., Napier, R.W. Geodynamic processes that control the global distribution of giant gold deposits // Applied Earth Science (Trans. Inst. Min. Metall. B). 2003. v.112: B210-B211.
9. Miller, L.D., Goldfarb, R.J., Nie, F.J., Hart, C.J.R., Miller, M.L., Yang, Yueqing, Liu, Y. North China gold – a product of multiple orogens // Soc. Econ. Geol. Newsletter №.33. April 1998. P.1; 6-12.

Геохронологическое и изотопно-геохимическое обоснование энциалической природы сортавальской серии Фенноскандинавский щит

Вревский А. Б., Матреничев В. А.

ИГГД РАН, г. Санкт-Петербург, e-mail: vrev@peterlink.ru

В тектоническом строении Фенноскандинавского щита Северное Приладожье представляет собой юго-восточную часть Свеко-Карельской зоны Свекофеннской провинции, расположенную вблизи Раахе-Ладожской зоны сочленения эпиархейского Карельского кратона и раннепротерозойского Свекофеннского пояса.

Супракрустальные образования на территории северного Приладожья представлены преимущественно ассоциациями пород карельского комплекса (2.1-1.65 млрд. лет). Здесь выделяется людиковый надгоризонт (метавулканиды сортавальской серии) и калевийский надгоризонт (метатурбидиты ладожской серии), с границей между ними 1920 ± 50 млн. лет. Породы карельского комплекса, смятые в узкие синклинальные и изоклинальные складки, развиты в виде узких полос, конформно окаймляющие куполовидные структуры гранито-гнейсов. В Северном Приладожье установлено около двух десятков куполовидных структур размером от 0.5 до 150 км², которые сгруппированы в двух зонах – восточной (Питкярантская зона) и западной (Сортавальская зона). Наиболее крупным является Кирьяволахтинский купол (рис. 1). Внутренняя структура куполов конформна со слоистостью и

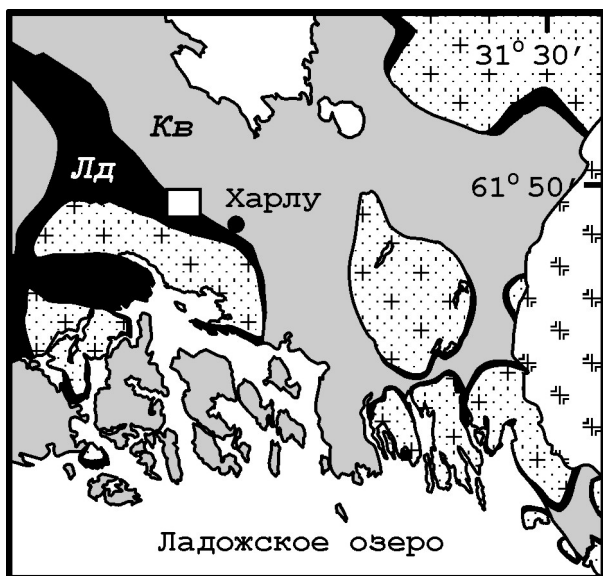


Рис. 1. Схема геологического строения Северного Приладожья. Лд – людиковый, Кв – калевий

линейно-плоскостными структурами вулканогенно-осадочных толщ сортавальской серии. Гранито-гнейсы и породы сортавальской серии имеют крутые ($70-90^\circ$) и даже опрокинутые пространственные соотношения.

Не смотря на длительную историю геологического изучения, начиная от работ И. Седерхольма (Sederholm 1899, 1916) и П. Эскола (Eskola 1925, 1967), до настоящего времени не существует аргументированных представлений о генезисе гранито-гнейсовых куполов и их пространственно-временных соотношениях с палеопротерозойскими вулканогенно-осадочными комплексами сортавальской серии. Природа купольных структур и их взаимоотношения с породами сортавальской серии в обобщенном виде трактуется как:

– купола являются «палингенно-анатектическими выступами гранитоидного батолита» (Хазов и др., 2004), тектоническими «безкорневыми» линзами, пластинами, блоками архейской коры Карельского кратона (Sundblad et al., 1997, Park, 1985), неоднократно реоморфизованным архейским фундаментом (Судовиков, 1954) или "окаймленными гранито-гнейсовыми куполами" (Eskola 1949; Салоп, 1999),

– породы сортавальской серии являются энзиматическими образованиями (метаофиалиты и островодужные комплексы) и их соотношения с куполами является результатом поздне Svecofennic коллизии (Иваников и др. (1997); Peltonen et al., 1996) и дивергентных тектонических процессов в режиме транспрессии (Морозов, 1999).

– гранито-гнейсы являются архейским фундаментом супракрустальных пород раннего протерозоя, выведенным на современную эрозионную поверхность в результате Svecofennic тектогенеза (Светов, Свириденко, 1993).

В районе развития «Сортавальской группы куполов» наиболее полные и представительные разрезы сортавальской серии установлены в северо-восточном обрамлении Кирьяволахтинской куполовидной структуры. Несмотря на высокую степень регионального метаморфизма, отвечающего амфиболитовой фации, вулканогенно-осадочные породы, как правило, сохраняют первичные литологические признаки. В излившихся вулканитах хорошо различимы реликты подушечной, кластолававой, миндалекаменной и порфириковой текстур лавовых потоков, в вулканогенно-осадочных образованиях – бомбовые текстуры туфов, слоистые текстуры туффитов и терригенных пород. Вулканиды сортавальской серии были разделены на три вулканостратиграфические подразделения (толщи) соответствующие последовательным эпизодам вулканической активности.

Нижняя вулканогенно-осадочная толща в основании разреза сложена углеродсодержащими алевролитами и граувакками с линзами кварцитопесчаников, которые залегают на или тектонически соприкасаются с гранитоидами капольных структур.

Средняя толща сложена вулканитами повышенной щелочности общей мощностью 250–500 м. Состав излившихся и вулканокластических (бомбовые туфы) пород варьирует от трахиандезибазальтов до трахитов, с преобладанием трахиандезитов и трахитов

Верхняя вулканогенно-осадочная толща характеризуется преобладающим развитием метаморфизованных лав и туфов отвечающих коматиитов, коматиитовых базальтов и базальтов. Верхний контакт людикийских пород сортавальской серии с калевийскими метаосадками ладожской серии имеет резко несогласный характер. Контакт прорван интрузией диоритов "Терваоя" с возрастом 1922 ± 11 млн. лет (Матреничев и др., 2006).

Для целей определения возраста вулканизма сортавальской серии и характера ее соотношения с гранитоидами куполов было проведено исследование аксессуарных цирконов из гранитов, базальных метапесчанников нижней толщи и из трахиандезитов средней толщи сортавальской серии.

U-Pb датирование цирконов проводилось на ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Измерения U-Pb отношений проводились по методике описанной в статье Williams (1998). Интенсивность первичного пучка молекулярных отрицательно заряженных ионов кислорода составляла 4 нА, диаметр пятна (кратера) составлял 18 мкм. Обработка полученных данных осуществлялась с использованием программы SQUID (Ludwig, 2000). U-Pb отношения нормализовались на значение 0.0668, приписанное стандартному циркону TEMORA, что соответствует возрасту этого циркона 416.75 млн. лет (Black, Kamo, 2003). Погрешности единичных анализов (отношений и возрастов) приводятся на уровне одной сигма, погрешности вычисленных конкордантных возрастов и пересечений с конкордией приводятся на уровне двух сигма. Построение графиков с конкордией проводилось с использованием программы ISOPLOT/EX (Ludwig, 1999).

Морфологические особенности цирконов из гранитов позволили выделить 4 разновидности: (1) мелкие, призматические, слабоокрашенные розовые, хорошо ограненные кристаллы, (2) короткопризматические, бледно коричневые, хорошо ограненные кристаллы со следами растворения, (3) темно коричневые, хорошо ограненные короткопризматические кристаллы так же со следами растворения, (4) мелкие, округлые зерна цирконов слабоокрашенные в красно-фиолетовых тонах. Все цирконы характеризуются сложным внутренним строением и содержат ядро, обрастающее одной или более наружными оболочками. Полученные U-Pb значения возраста (рис. 2) свидетельствуют, что время образования гранитов Кирьяволахтинского купола определяется как 2723 ± 17 млн. лет, в то же время, если для определения возраста использовать только конкордантные точки, ошибка определения возраста может быть уменьшена и возраст гранитов в таком случае составляет 2723 ± 5.4 млн. лет. Возраст метаморфических изменений гранитов, проявившихся в появлении новообразованной каймы на кристаллах цирконов, определяется значением 2687 ± 5 млн. лет.

Общее количество аксессуарного циркона, выделенное из песчаников значительно меньше, чем выделенное из гранитов. Все цирконы из песчаников заметно окатаны и редко сохраняют кристаллографические очертания. Тем не менее, возможно выделить отдельные зерна цирконов, которые по внешнему облику и особенностям внутреннего строения близки к цирконам из гранитов. Изотопный возраст таких кристаллов совпадает с возрастом, полученным для циркона из гранитов. В целом для песчаников было определено присутствие 4 групп значений U-Pb возраста: (1) 2717 ± 45 млн. лет, (2) 2784 ± 25 млн. лет, (3) 2857 ± 7 млн. лет, (4) 3169 ± 62 млн. лет (рис. 3).

Из образца бомбовых туфов трахиандезитов было выделено 9 кристаллов циркона различной морфологии и внутреннего строения. Архейский (2783 ± 22 млн. лет) изохронный возраст получен по трем зернам циркона (рис. 4).

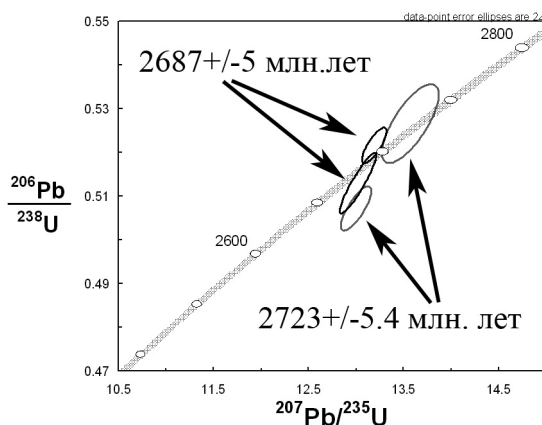


Рис. 2. Диаграмма с конкордией для цирконов из гранитоидов Кирьяволахтинского купола

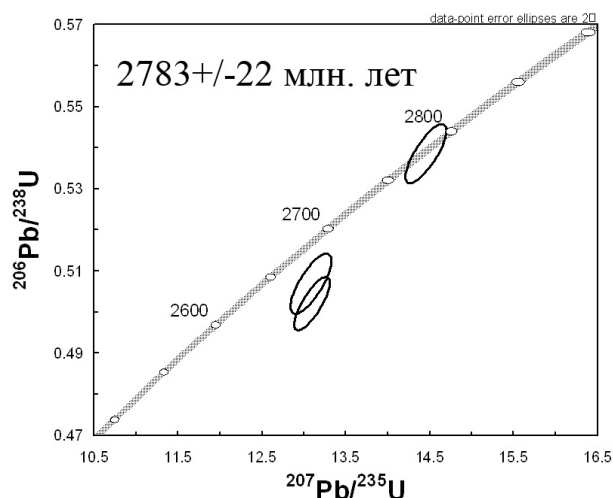


Рис. 3. Диаграмма с конкордией для цирконов из метатрахиандезитов сортавальской серии

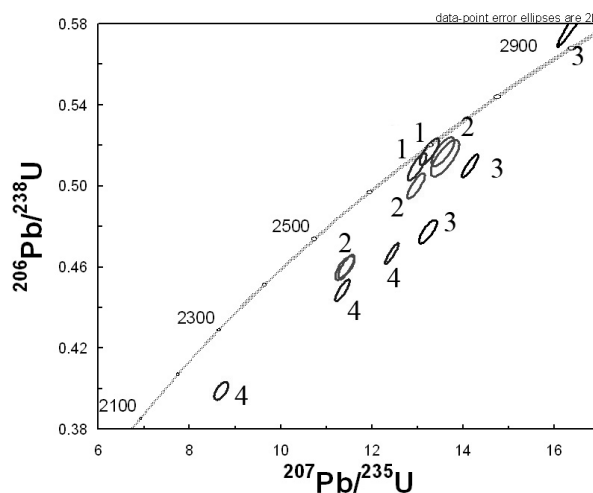


Рис. 4. Диаграмма с конкордией для цирконов из метапесчаников сортавальской серии

На основании полученных геологических и изотопных данных о возрасте в различных морфологических типах цирконов из гранитов Кирьяволахтинского купола и вулканогенно-осадочных породах сортавальской серии можно сделать следующие выводы:

- граниты Кирьяволахтинского купола имеют архейский возраст 2723 ± 5.4 млн. лет и их U-Pb цирконовая система не испытала воздействие свекофеннского тектоно-термального события. Сохранность архейских магматических и метаморфических цирконов, вероятно, было обусловлена закрытостью изотопной системы цирконов и породы в целом за счет реализации свекофеннских динамометаморфических преобразований главным образом в некомпетентных слоистых вулканогенно-осадочных породах сортавальской серии и зоне ее контакта с гранитоидами фундамента;

- нижняя терригенная толща залегает непосредственно на гранитоидах Кирьяволахтинского купола. В базальных метапесчаниках сортавальской серии установлены те же морфологические и возрастные генерации цирконов, что и в гранитоидах купола. Таким образом, можно утверждать, что граниты с возрастом 2723 ± 17 млн. лет являлись не только фундаментом супракрустальных толщ сортавальской серии, но и служили одним из источников терригенного материала в области размыва при накоплении базальных граувакк и песчаников людиковия;

- количественные соотношения цирконов различных архейских возрастных групп в метапесчаниках сортавальской серии свидетельствуют, что преобладающим их источником были гранитоиды южной окраины Карельского эпиархейского континента с возрастом 2784 ± 25 млн. лет;

- заложение и развитие палеопротерозойской структуры Северного Приладожья происходило на сиалическом основании, о чем свидетельствует присутствие архейского (2782 ± 15 млн. лет) кластогенного циркона как в метатрахиандезитовых туфах, так и в метапесчаниках сортавальской серии;

- полученные данные позволяют предположить, что заложение и развитие энсиалической северолодожской рифтогенной структуры в людиковийское время происходило без существенного нарушения сплошности континентальной коры по сценарию рифтогенеза калифорнийско-го типа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-05-00570).