

о проведении поисковых исследований с целью установления целесообразности и возможных перспектив применения пиррофиллитовых пород украинских месторождений в производстве низкотемпературного фарфора разной номенклатуры.

Литература

Бакунов В. С., Мурзакова А. Р., Шаяхметов Р. У. и др. Пиррофиллитовое сырье месторождения Куль-Юрт-Гау как основа керамических композитов // *Стекло и керамика*. 2011. № 12. С. 23–27.

Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Металічні та неметалічні корисні копалини України. Том 2. Неметалічні корисні копалини. Київ-Львів: Центр Європи, 2006. 174 с.

Дайнеко Е. Б., Юминов А. М., Рыщенко М. И. и др. Низкотемпературный электротехнический фарфор // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и в производстве строительных материалов: Международная научно-техническая конференция: материалы конф. Минск: БГТУ, 2012. Ч. 1. С. 91–94.

Зайков В. В., Кораблев Г. Г., Удачин В. Н. Пиррофиллитовое сырье палеовулканических областей. М.: Наука, 1989. 128 с.

Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования: ГОСТ 20419–83 (2002). М.: Межгосударственный стандарт, 1983. 8 с.

Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). К.: МОЗ, 1997. 121 с.

Пат. № 73894 Україна, МПК⁶ С 04 В 33/00. Керамічна маса для виготовлення білого керамограніту / Г. В. Лісачук, Ю. Д. Трусова, Л. О. Білостоцька, Л. В. Павлова, О. Ю. Федоренко, В. В. Зайков, А. М. Юминов; заявник та власник патенту Національний технічний університет «ХПІ» – № у 201203768; заявл. 28.03.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 16.

Федоренко Е. Ю., Дайнеко Е. Б., Юминов А. М. и др. Перспективы получения плотноспеченной керамики на основе кварц-пиррофиллитовых и плагиоклаз-серицитовых пород // Металлогения древних и современных океанов–2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. С. 317–323.

А. И. Голубев, А. Е. Ромашкин

*Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск,
golybev@krc.karelia.ru*

Минерагения углеродсодержащих формаций протерозоя Карелии (Онежская структура)

Онежская синклиновая структура Карелии, расположенная в юго-восточной части Фенноскандинавского щита, является областью развития палеопротерозойских образований в диапазоне возрастов 2.5–1.75 млрд лет. Здесь широко представлены магматические и вулканогенно-осадочные толщи, а также широкий спектр морских и субаквальных осадочных формаций значительной мощности [Онежская..., 2011]. Онежский синклинорий является уникальным объектом, хранящим записи геологической истории о большом количестве событий, в т.ч. и глобальных, произошедших в течение примерно 500 млн лет геологического развития Земли. Среди целого ряда последовательных событий, отмечающих глобальные изменения архейско-протерозойского перехода, здесь отчетливо проявлены такие из них, как гуронское оледенение (2.4 млрд лет), появление свободного кислорода в атмосфере (ятулийские

красноцветы, 2.2 млрд лет), строматолитовое карбонатонакопление с аномально тяжелым изотопным составом углерода (событие Ломагунди–ятулий, 2.1 млрд лет), древнейшие эвапоритовые толщи ятулия, массовое накопление свободного углерода изотопно-легкого состава (событие Шуньга, 2.0 млрд лет). Эти события отмечают резкие перестройки в режимах осадконакопления, глобальных циклах кислорода, углерода, а также серы и фосфора [Melezhik et al., 2013]. Стратиграфическая последовательность, отражающая трансгрессивные циклы и импульсы магматизма, рассмотрена в ряде работ [Онежская..., 2011; Голубев и др., 2010]. В данной публикации основное внимание уделено углеродсодержащей формации Онежского синклинали, содержащей свободный или органический углерод ($C_{орг.}$) в породах людиковийского (2.1 млрд лет) и калевийского (1.92–1.8 млрд лет) надгоризонтов. Образования этого уровня соответствуют трансгрессивно-регрессивному циклу с нарастанием напряженности магматизма и его всплывкой на максимуме прогибания бассейна.

Выделяемая в составе людиковийского надгоризонта заонежская свита отвечает трансгрессивному этапу с накоплением большого количества биогенного углерода в формирующихся осадках. Породы углеродсодержащей свиты залегают непосредственно на ятулийских строматолитовых карбонатах. Биогенное накопление углеродсодержащих осадков прерывается мощной всплывкой мафит-ультрамафитового магматизма, подавившего биологическую активность в бассейне. Этот уровень представлен осадочно-вулканогенными образованиями суйсарской свиты людиковийского надгоризонта, а регрессивный этап – турбидитами кондопожской свиты калевийского надгоризонта. В это время территория перешла в пассивный тектонический режим, где в условиях континентального склона формируются толщи ритмичных турбидитных осадков с участием размывающихся людиковийских углеродсодержащих образований, что привело к переотложению части свободного углерода в терригенных породах кондопожской свиты [Голубев и др., 2010]. Основная масса $C_{орг.}$ находится в составе заонежской свиты людиковия, что определяет минерагеническую специализацию пород этой свиты: формирование вторичных высокоуглеродистых пород, являющихся полезным ископаемым; концентрацию уран-ванадиевого и благороднометалльного оруденения в зонах складчато-разрывных дислокаций (СРД) и появление древнейших микропрослоев фосфатов.

Высокоуглеродистые шунгитовые породы. Породы заонежской свиты содержат углерод, относимый по структурному состоянию к шунгиту, поэтому и породы традиционно называются шунгитсодержащими. Содержание $C_{орг.}$ варьирует от долей до 70 мас. % в породах и до 98 мас. % – в антраксолитах. В настоящее время фирма «Карбон-Шунгит» ведет промышленную разработку максовитов – шунгитсодержащих пород с существенно кремнистой минеральной основой и содержанием $C_{орг.}$ ~ 30 мас. %, находящихся применение в металлургии, производстве алюминия, фильтров для воды, наполнителей пластмасс и в ряде других областей. Максовиты – черные пелитовые (реже алевритовые) породы с раковистым изломом, массивной или брекчиевидной текстурой, без первичной осадочной слоистости. Для этих высококремнистых (~ 80 мас. % SiO_2) и высокоуглеродистых (20–40 мас. % $C_{орг.}$) пород характерно присутствие слюд (фенгит, флогопит), иногда КППШ. По данным СЭМ, структура породы представлена аутигенными сростками плохо раскристаллизованного кварца (нередко с реликтами халцедоновой или тридимит-опаловой структуры) со слюдами и КППШ, «плавающими» в углеродном матриксе. Максовиты, как правило, сосредоточены в резко локализованных обособлениях, часто куполовидной формы мощностью до 120 м и размерами в плане до 500 ? 800 м (Максовская залежь). Эти особенности

не позволяют считать максовиты первично осадочными породами. Модель формирования залежей таких пород предусматривает образование органоминеральных комплексов, их дифференциацию, концентрирование и пластичные деформации.

Зоны складчато-разрывных дислокаций (СРД). Уран-ванадиевое и благородно-метальное оруденение в зонах СРД – еще один феномен, связанный с углеродистыми толщами Онежской структуры. Согласно [Голубев, Новиков, 2005; Кулешевич, Голубев, 2011], зоны СРД представляют собой линейные системы СЗ простираения, содержащие гребневидные складки ятулийских пород и серии сближенных продольных и оперяющих разломов, клиновидные зоны дробления во вмещающих заонежских породах. Узкие протяженные складки («линейные диапиры») карбонатных пород быстро затухают вверх и не прослеживаются вниз по разрезу. Система продольных и оперяющих дислокаций образует мелкоблоковое строение складок и зоны дробления как в карбонатных ядрах складок, так и, преимущественно, в бортовых углеродсодержащих осадках заонежской свиты. На зоны дробления накладывается интенсивный метасоматоз, телескопируется полиметальное оруденение так называемого падминского типа. Помимо преобладающего уран-ванадиевого оруденения, здесь концентрируются Au, ЭПГ, Ag, Mo, Bi, Cu, Se, Re и ряд других металлов. Ореолы концентрации различных элементов перекрываются, но не совпадают и образуют зональность. Как уже отмечалось, подавляющая часть рудных тел концентрируется на границе карбонатных ядер складок и их углеродсодержащих крыльев, непосредственно в заонежских осадках. Известно несколько месторождений и рудопроявлений падминского типа в зонах СРД Онежской палеопротерозойской структуры: Верхняя и Средняя Падма, Космозеро, Весеннее, Царевское и др. Следует отметить, что система линейных разломов распространяется по простираению и в гранито-гнейсовое основание структуры, но значимого оруденения в них не выявлено.

Исходя из указанных особенностей, можно предполагать, что источником рудного вещества при формировании этих проявлений являлись углеродсодержащие породы заонежской свиты, осадившие на мощном восстановительном барьере и накопившие большое количество различных металлов. Толща этих осадков являлась резервуаром, ресурсы которого использовались для концентрации и переотложения рудных нагрузок в процессе последующих тектонических деформаций и метасоматической проработки в зонах СРД.

Древнейшие фосфоритовые прослои являются третьей особенностью Онежской структуры, проявленной в высокоуглеродистых и карбонатных породах заонежской свиты [Ромашкин и др., 2012; Melezhik et al., 2013]. В отличие от известных ранее протерозойских фосфоритов, являющихся преимущественно конкрециями и конкреционными горизонтами [Мележик и др., 1989; Созинов и др., 1989], заонежские представляют собой тонкие фосфатные прослои в высокоуглеродистой (шунгитовой) породе, а также перекристаллизованные остатки апатитовых микрослоев в карбонатах.

Фосфатные микропрослои в шунгитах мощностью в доли миллиметра группируются в прослои из сближенных слоев мощностью до 2–3, реже 5 мм. По данным микронзондового анализа фосфаты представлены фторапатитом. В этих обогащенных фосфатом прослоях, кроме собственно апатитовых выделений отмечаются микрослои и линзочки флогопита, а также высокоуглеродистой породы. Микрослойки фосфорита состоят из тесно сгруппированных комковатых и линзовидных обособлений различной степени чистоты. Заметны пластичные деформации вещества, свидетельствующие об образовании микрослоев в нелитифицированном осадке. В составе фосфатных линзочек всегда присутствует органическое вещество (ОВ). Часто оно

располагается по их границам и обогащенным зонам. Отчетливо проявляется процесс перекристаллизации фосфата, приводящий к появлению чистого апатита по отдельным зонам и прожилкам (рис., см. вкладку, с. 157). Сонахождение флогопитовых и фосфатных микрослоев и линз, их общий слоисто-деформационный план, совпадающий со слоистостью вмещающих шунгитовых пород, указывает на их совместное образование.

Фосфор – элемент, входящий в биологический цикл и, соответственно, накапливающийся в первичном органическом веществе. Известны хемогенные и биогенные модели осаждения фосфата [Холодов, 2003], причем в последнее время приоритет отдается биогенно-осадочной модели. Вывод фосфора из биогенных соединений предполагает деструкцию ОВ. В состав микробного сообщества, провоцирующего фосфатогенез на редокс-клине в начале диагенетических преобразований осадка, можно включить анаэробных метанотрофов *archaea* [Qu et al., 2012], а также сульфат-редуцирующих и сероокисляющих бактерий. Таким образом, контрастные условия в колонке породы, при достаточной аэрации верхнего слоя рыхлого осадка, могут создавать условия для образования растворимых комплексов фосфора, а затем их выделения в виде франколита, который при метаморфизме перекристаллизовался во фторапатит.

Рассмотренные минерагенические феномены углеродсодержащей формации Онежского синклинория непосредственно связаны с присутствием здесь значительного количества первично осадочного органического вещества и его последующими преобразованиями.

Литература

Голубев А. И., Новиков Ю. Н. Геологическое строение и уран-ванадиевые месторождения Заонежья // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск, 2005. С. 4–13.

Голубев А. И., Ромашкин А. Е., Рычанчик Д. В. Связь углеродонакопления с основным вулканизмом в палеопротерозое Карелии (ятулийско-людиковийский переход) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 13. Петрозаводск, 2010. С. 73–79.

Кулешевич Л. В., Голубев А. И. благороднометалльная минерализация в щелочных метасоматитах Средней Падмы Онежской структуры // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 14. Петрозаводск, 2011. С. 113–126.

Мележик В. А., Предовский А. А., Басалаев А. А. Эволюция докембрийского конкрецеобразования – отражение направленных изменений условий экзогенеза (Балтийский щит) // Конкрекции докембрия. Л.: Наука, 1989. С. 35–44.

Онежская палеопротерозойская структура (геология, тектоника, глубинное строение и минерагения) / Отв. ред. Л. В. Глушанин, Н. В. Шаров, В. В. Щицков. Петрозаводск, 2011. 431 с.

Ромашкин А. Е., Лепланд А., Йёсу и др. Фосфоритовый горизонт высокоуглеродистых пород людиковия Онежской структуры // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 15. Петрозаводск, 2012. С. 62–69.

Созинов Н. А., Горбачев С. В., Чистякова Н. Н. и др. Углеродисто-фосфатные конкреции в докембрии и фанерозое (сходство и различия) // Конкрекции докембрия. Л.: Наука, 1989. С. 51–59.

Холодов В. Н. Геохимия фосфора и происхождение фосфоритов. Сообщение 2. Источники фосфора на континенте и генезис морских фосфоритов // Литология и полезные ископаемые. 2003. № 6. С. 563–585.

Qu Y., Crne A. E., Lepland A., Van Zuilen M. A. Methanotrophy in a Paleoproterozoic oil field ecosystem, Zaonega Formation, Karelia, Russia. // Geobiology. 2012. Vol. 10. P. 467–478.

Melezhik V. A., Kump L. R., Fallick A. E., Strauss H., Hanski E. J., Prave A. R., Lepland A. (eds.). Reading the Archive of Earth's Oxygenation. Volume 3: Global Events and the Fennoscandian Arctic Russia – Drilling Early Earth Project // Series: Frontiers in Earth Sciences. Springer, Heidelberg, 2013. P. 1049–1552.

***А. В. Чадченко¹, Е. А. Мустакимова¹, В. А. Крылатов¹,
И. Б. Моисеев², П. И. Пирожок², А. М. Кулбаков²***

*¹ – Учалинский филиал ОАО «Башкиргеология», г. Учалы
uchgeo1@yandex.ru*

*² – ОАО «Учалинский ГОК», г. Учалы
ogg_moiseev_ib@ugok.ru*

Результаты поисковых и оценочных работ на флангах Озерного и Западно-Озерного медноколчеданных месторождений (Башкортостан)

Поисковые и оценочные работы на флангах Озерного и Западно-Озерного месторождений выполнялись Учалинским филиалом ОАО «Башкиргеология» по договорам подряда за счет собственных средств ОАО «Учалинский ГОК». Геологоразведочные работы (ГРП) проводились в соответствии с техническими (геологическими) заданиями и проектами, прошедшими в установленном порядке государственную экспертизу.

Целевым назначением работ на лицензионных участках было выявление медноколчеданных руд на глубинах до 600–700 м, локализация и оценка прогнозных ресурсов по категориям P_1 и P_2 , а на установленных проявлениях и участках детализации – подсчет запасов руды и основных компонентов по категориям C_2 и C_1 .

В пределах геологического отвода *Озерного месторождения* ГРП проводились в 2009–2011 гг. Для выполнения геологических задач было пробурено девять поисковых скважин (5483 м) глубиной от 400–810 м; отобрано 40 рядовых и 1054 литогеохимических проб для проведения химических и спектральных анализов; описано 50 шлифов и 10 полированных шлифов; проведены наземные (МЗТ) и скважинные геофизические исследования (КС, ПС, МСК, ГК); проведены геологическая документация керна, опробование, лабораторные и камеральные работы. Целевое назначение работ по выявлению медноколчеданных руд в пределах геологического отвода на флангах Озерного месторождения на глубинах до 700 м не выполнено, поскольку не встречены рудные подсечения. Несмотря на это получены обнадеживающие данные, которые позволят более целенаправленно проводить дальнейшие геологоразведочные работы.

В результате выполненных работ с учетом ранее проведенных исследований [Гаврилов, Баранов, Ипатов, 2001ф; Минеральные..., 1994; Пирожок и др., 2002] уточнено геологическое строение северного и западного флангов Озерного месторождения. Обозначены контуры северо-западной кислой вулканокупольной постройки, выходящей на поверхность и резко погружающейся на северо-восточном и восточном флангах, где она перекрыта мощной толщей улутауских вулканогенно-