

Таким образом, наногеохимический и наноминералогический подход обеспечивает использование для классификации, поиска, оценки масштабности и уровня эрозионного среза золоторудных месторождений прямых и однозначных наногеохимических индикаторов – Те, Se, Вi, Sb, As, Hg, образующих закономерные, типоморфные наноансамбли и микропарагенезисы с золотом, являющегося естественным нанообъектом.

Список литературы

Конеев Р.И. Естественные нанотехнологии: наногеохимия и наноминералогия процессов рудообразования // Наногеохимия золота. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 42-47.

Конеев Р.И., Халматов Р.А., Мун Ю.С., Жуков А.В., Косов В.А. Наногеохимия руд золотых и золото-серебряных месторождений Узбекистана // Наногеохимия золота. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 92-100.

Конеев Р.И. Периодичность и самоподобие минерально-геохимические систем в золоторудных месторождениях Узбекистана // Синергетика геосистем. М.: ИГЕМ, 2007. № 3. С. 42-46.

Конеев Р.И. Наноминералогия золота эпитеpmальных месторождений Чаткало-Кураминского региона. СПб: Дельта, 2006. 218 с.

Конеев Р.И. Систематизация золоторудных месторождений Узбекистана на основе микроминеральных парагенезисов // Руды и металлы, 2003. № 3. С. 20-28.

Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований. М.: Мир, 2002. 292 с.

Томсон И.Н., Полякова О.П. Минералого-геохимические индикаторы крупных рудных месторождений // Советская геология, 1985. № 3. С. 38-43.

Рундквист Д.В. Фактор времени при формировании гидротермальных месторождений // Геология рудных месторождений, 1997. № 1. С. 11-24.

RMS DPI 2008-3-31-0

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ ТИТАНОВЫХ РОССЫПЕЙ В РОССИИ

Махлаев Л.В.¹ (lev@geo.komisc.ru), Войтеховский Ю.Л.² (woyt@geoksc.apatity.ru),

Голубева И.И.¹ (petr@geo.komisc.ru)

¹*Сыктывкарское отделение. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН*

²*Кольское отделение. Геологический институт КНЦ РАН*

THE PROSPECT IS OPENING SEA-SIDE OF TITANIC PLACER IN RUSSIA

Makhlaev L.V.¹, Voytekhovsky Yu.L.², Golubeva I.I.¹

¹*Syktvykar Branch. Institute of Geology of the Komi Science Centre, Ural Division of RAS*

²*Kola Branch. Geological Institute, Kola Science Centre of RAS*

Титан играет исключительную роль в современной промышленности. Его потребление стремительно растет, поскольку уникальные свойства этого металла сделали его незаменимым конструкционным материалом, среди которых он делит третье место с магнием, уступая лишь алюминию и железу. Объемы производства и потребления титана определяют научно-промышленный уровень развития государств. На первый взгляд, все обстоит отлично: Россия входит в лидеры, обеспечивая треть потребностей мирового рынка титана и изделий из него. Однако при этом мы не разрабатываем ни одного собственного месторождения – все производство титана основывается на переработке импортных рудных концентратов, что ставит Россию в полную зависимость от внешних факторов.

При этом по официальным запасам титановых руд наша страна относится к вполне обеспеченным, однако структура российских запасов принципиально отлична от мировой. У нас главными учтенными рудами являются титаномагнетит и лейкоксен, сосредоточенные в коренных

месторождениях и древних россыпях, тогда как в мире почти весь титан добывают из современных прибрежно-морских россыпей (ПМР), главным минералом которых служит ильменит. Запасы этих россыпей грандиозны и с лихвой могут покрыть потребности всего мира, включая и наши. Ценнейшей особенностью ПМР является их комплексность: помимо титановых минералов из них обычно добывают циркон, минералы Ta, Nb, а также редкоземельных и радиоактивных элементов. К тому же эти россыпи, как правило, возобновимы: через какое-то время после полной их отработки (обычно – после нескольких штормовых сезонов), исходные содержания полезных компонентов в них полностью восстанавливаются.

В нашей стране современных ильменитовых ПМР, сопоставимых с известными мировыми месторождениями, пока нет. Известны лишь россыпные рудопроявления, запасы которых не оценены. Поскольку руды иного типа современную титановую промышленность (включая и российскую) не интересуют, нам и приходится покупать это сырье за рубежом, ставя отечественное производство стратегически важного металла в полную зависимость от внешних источников. Возможно, покупать ильменит за рубежом действительно дешевле, чем добывать свой, но иметь в резерве готовые к разработке месторождения, чтобы использовать их в критической ситуации для бесперебойного обеспечения нашей промышленности, крайне необходимо. Пока их нет, но мы уверены, что эта проблема будет успешно решена в ближайшие годы.

Почему, несмотря на громадную протяженность морских побережий, Россия не имеет там ни одной современной титановой россыпи? Скорее всего, дело в том, что их вообще не ищут, поскольку многие полагают, что формирование таких россыпей у нас принципиально невозможно. Это следует из господствующей у нас концепции, согласно которой источником рудных минералов в титановых россыпях служат магматические породы. Действительно, многие магматиты (базиты гипербазиты, щелочные габброиды) характеризуются высоким содержанием ильменита и рутила, но они содержат также тяжелые магнезиально-железистые силикаты (оливин, пироксены, амфиболы), которых там в десятки раз больше. Плотность этих минералов весьма близка к плотности рутила и ильменита, что препятствует их гравитационному разделению и обособлению. Чтобы ильменитовые россыпи могли реально формироваться за счет таких пород, необходимо, чтобы они прошли через латеритное выветривание с разложением силикатов и замещением их пелитоморфным гидроксид-гидрослюдистым материалом. Размыв и перенос продуктов выветривания в водной среде отделяет стойкие и относительно тяжелые титановые минералы от глинистой массы. Поскольку для латеритного выветривания необходим тропический климат, а в России тропиков нет, то и современных титановых ПМР у нас быть не может.

Мы не будем оспаривать справедливость таких выводов применительно к магматогенным источникам россыпного ильменита. Однако давно уже выявлен другой источник, не уступающий магматитам, а по многим параметрам превосходящий их! Это ильменитсодержащие глиноземистые сланцы – хлорит-серицит-биотитовые, биотит-гранатовые, ставролитовые, кианитовые, силлиманитовые. Впервые такие породы были выявлены на Кольском полуострове в составе протерозойских отложений свиты Кейв (Бельков, 1963). Через год метапелиты с ильменитом были установлены в составе воскресенской свиты Таймырского докембрия (Коробова, 1965). Затем метаморфогенный ильменит был описан в рифейских метапелитах Тиманского Кряжа и п-ова Канин (Кочетков, 1967). Вскоре метапелиты с ильменитом были выявлены в рифее Забайкалья, Енисейского Кряжа, Полярного Урала, а также в США и Мексике.

Таким образом, к семидесятым годам накопилось более чем достаточно сведений о существовании особого типа пород с ильменитом – метапелитов, которые вполне могут претендовать на ведущую роль в формировании титановых россыпей. По содержанию титана они не уступают базитам и гипербазитам, но по содержанию титановых рудных минералов, достигающему порой 5%, превосходят их, поскольку в магматитах значительная часть титана входит в качестве изоморфной примеси в силикаты, либо образует нерудный минерал – титанит. И это не единственная причина того, что метапелиты более перспективны как титановые россыпеобразующие комплексы, чем магматиты. Не менее важно, что их пороодообразующие минералы (кварц, олигоклаз, светлые слюды) существенно легче титановых, а потому обособляются от них при транспортировке и пляжном перемыве, что исключает необходимость в латеритизации и тропическом климате.

Уровень метаморфизма титанистых метапелитов варьирует от зеленосланцевой фации до амфиболитовой – силлиманитовая либо кианитовая зоны. Ильменит появляется в них при

прогрессивном метаморфизме одновременно с биотитом, образуя пластинчатые порфиробласты диаметром до 3 мм, при толщине около 0,1 мм. При дальнейшем нарастании метаморфизма размеры этих обособлений увеличиваются, достигая в ставролитовой зоне 2-3 см в поперечнике при толщине 1-3 мм. При этом ильменит в биотитовой зоне обычно захватывает в процессе роста алевритовые частицы кварца из матрикса, но при дальнейшем нарастании метаморфизма ильменит освобождается от пойкилитических включений, поскольку кварц уходит в межзерновые промежутки. Далее ильменит замещается псевдуритом и рутилом. Существенно, что титановые минералы легко высвобождаются из метапелитов в ходе элементарного физического выветривания, накапливаясь в дресвяной фракции у подножья сланцевых останцов и гряд. Дальнейший перенос и осаждение этого материала ведет к формированию россыпей.

Все, кто имел дело с ильменитсодержащими метапелитами отмечали их высокий россыпеобразующий потенциал. И.В. Бельков писал о возможности накопления ильменита в продуктах разрушения кейвских сланцев. Н.И. Коробова подала в Красноярское геологическое управление заявку на открытие титановых россыпей на побережье Таймырской губы, проверка которой показала, что содержание ильменита варьирует там от 150 до 540 кг/т, составляя в среднем около 300 кг/т, что соответствует показателям лучших ильменитовых россыпей мира. О.С. Кочетков «привязал» к метапелитам ископаемые ПМР Восточного Притиманья и обосновал вероятность открытия в Канино-Тиманского региона современных титановых ПМР. Затем первооткрыватель знаменитой Ярегской лейкоксеновой палеороссыпи В.А. Калюжный опубликовал монографию «Геология новых россыпеобразующих формаций», в которой в качестве таковых представлены именно метапелитовые комплексы (Калюжный, 1982). Мы также убеждены, что источником титана в ПМР являются не магматические породы а метапелиты (Махлаев, Коробова, 1972; Махлаев, Голубева, 2006). Доказательств у нас много, но это тема особого доклада. И все же три аргумента стоит отметить. Во-первых, ильменит в россыпях обычно сопровождается глиноземистыми минералами (гранатом, ставролитом, кианитом, силлиманитом), содержание которых порой столь велико, что они извлекаются из тех же россыпей в промышленных масштабах (Австралия, Украина). Во-вторых, крупные ильменитовые ПМР повсеместно тяготеют к полям развития докембрийских метаморфитов, но не к массивам магматических пород. Наконец, в ильменитах многих ПМР встречается в форме пойкилитовых включений кварц, содержание которого может превышать 10%. В ильмените базитов, гипербазитов и щелочных пород кварцевых включений нет, тогда как в ильменитах метапелитов они обычны и естественны.

К настоящему времени метапелитовые комплексы, относимые В.А. Калюжным и нами к титановым россыпеобразующим формациям, прослежены вдоль Арктического побережья почти на 3 тыс. км: от Кольского п-ова до Таймыра. Повсеместно они входят там в состав рифейских флишоидных формаций. На Кольском п-ове это кейвская серия, продукты размыва которой выносятся в Беломорскую и Южно-Баренцевоморскую впадины. Установлено (Афанасьев, 1977), что на Балтийском щите сохранились остатки каолиновой и гидрослюдистой площадных кор выветривания. Первая сформировалась в верхнем триасе – нижней юре. При этом полно вскрывались все рудные минералы. Предполагается (Гавриленко и др., 1996), что в нижней и средней юре продукты каолинового выветривания были почти полностью снесены с территории Кольского п-ова в Южно-Баренцевоморскую впадину. Перекрытые лишь четвертичными отложениями, в настоящее время они образуют полосу шириной около 5 км в 70-100 км от побережья на глубинах 120-180 м. Гидрослюдистая кора выветривания сформировалась в условиях умеренного климата в миоцене – нижнем плиоцене. При этом рудные минералы вскрывались лучше, чем в более суровом климате конца плиоцена и четвертичного периода, но хуже, чем в триасе – нижней юре. Тем не менее, в южных предгорьях Западных Кейв, в верховьях Йоканьги, Стрельны и Поноя, в отложениях раннеголоценовых озерных бассейнов установлены промышленные концентрации циркона, шеелита и ильменита (до 240 кг/м³). Присутствие циркона позволяет Гавриленко и др. (1996) считать россыпеобразующим источником кейвские щелочные граниты и связанные с ними пегматиты. Но полевыми работами Геологического института КНЦ РАН в 2006-2008 гг. показано, что источником шеелита, скорее всего, являются метасоматиты на контакте гнейсов кольской серии и кристаллических сланцев лебяжинской свиты. Приуроченная к нему цепь рудопоявлений прослежена на 75 км. Таким образом, это указывает на разрез Кейвской структуры как возможный россыпеобразующий источник, а южное направление сноса повышает перспективы Беломорской впадины.

Вторым перспективным источником титановых минералов на Европейском севере России являются рифейские флишеидные толщи Тиманского кряжа и п-ова Канин. Они прослежены на 700 км. С учетом общей площади развития этих пород, валовое содержание титановых минералов на глубину до 100 м превышает 50 млрд. тонн. Этой цифрой оценивается в прогнозах верхний предел россыпеобразующего потенциала Канино-Тиманского региона. Особый интерес вызывает северная оконечность Тиманского кряжа и п-ов Канин, где метапелиты с ильменитом подвергаются современной абразии. Продукты их разрушения попадают в прилегающие пляжные комплексы. Наиболее высоки перспективы мелководной Чёской губы, куда ильменит и рутил поступают как с юга, так и с севера. Целенаправленного изучения рудоносности этих отложений не проводилось, но по предварительным данным "Океангеологии", содержание ильменита варьирует в них от 70 до 240 кг/т. Перспективно также восточное побережье Мезенской губы. Перспективен на открытие современных и погребенных россыпей и район Обской губы, куда ильменит мог поступать при денудации Полярного Урала, где метапелиты с ильменитом входят в состав париквасьшорской свиты Харбейского блока.

В заключение вернемся к Таймыру, где метапелиты с ильменитом прослежены в районе Берега Харитона Лаптева почти на 400 км. За счет их размыва формируются многочисленные пляжи и бары. Даже если принять за основу минимальное содержание ильменита в исходных породах (1,5%) и минимальную площадь их распространения, то денудация всего на 1 м должна высвободить не менее 300 млн. т. этого минерала.

Мы не призываем, естественно, к немедленной разработке всех названных объектов, но изучать их нужно уже сейчас, и не только в научных целях, но и для того, чтобы гарантировать титановую промышленность России от любых случайностей.

Список литературы

- Афанасьев А.П.* Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита и связанные с ними полезные ископаемые. Л.: Наука, 1977. 244 с.
- Бельков И.В.* Кианитовые сланцы свиты Кейв. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 321 с.
- Гавриленко Б.В., Евзеров В.Я., Митрофанов Ф.П., Казаков Н.В.* Итоги и перспективы изучения россыпей северо-восточной части Балтийского щита // Литология и полезные ископаемые. 1996. № 3. С. 290-300.
- Калюжный В.А.* Геология новых россыпеобразующих формаций. М.: Наука, 1982. 263 с.
- Коробова Н.И.* Ильменитсодержащие метаморфические сланцы Таймыра // Докл. АН СССР. 1965. Т. 162. № 1. С. 183-185.
- Кочетков О.С.* Акцессорные минералы в древних толщах Тимана и Канина. Л.: Наука, 1967. 200 с.
- Махлаев Л.В., Голубева И.И.* Ильменитсодержащие метапелиты как важнейший источник формирования гигантских и сверхгигантских титановых россыпей // Титано-циркониевые месторождения России и перспективы их освоения. М: Изд-во ИГЕМ РАН, 2006. С. 39-42.
- Махлаев Л.В., Коробова Н.И.* Об источнике ильменита в россыпных месторождениях // Геология и геофизика, 1972. № 11. С. 41-50.