

Авторы выражают благодарность В. В. Масленникову за консультации, а также геологу Кайракумской комплексной геологической экспедиции Дж. Хафизову за ценную информацию. Работа выполнена в рамках госбюджетной темы Института минералогии УрО РАН.

Литература

- Бабина Е. А.* Петрографо-минералогические особенности Амपालыкского железорудного месторождения. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 1967. 34 с.
- Васильев Б. Д.* Распределение золота в скарнах Натальевского месторождения // В сб.: Вопросы геологии месторождений золота. Томск, 1970. С. 216–219.
- Вольфсон Ф. И., Титов В. Н.* Основные особенности геологического строения Кансайского рудного поля // В сб.: Геология свинцово-цинковых месторождений Кансайского рудного поля. М.: Наука, 1964. С. 21–29.
- Кнопф А.* Пирометасоматические месторождения // В сб.: Геология рудных месторождений Западных штатов США. 1937. С. 445–467.
- Петровская Н. В.* Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). М.: Наука. 1973. 347 с.
- Рукин А. И., Морозов В. И., Выходцев Н. К.* Оценка перспектив золоторудных тел месторождения Акташ по работам Кайракумской ГРЭ за 1974–75 гг. 1975ф. 104 с.
- Санин В. Н.* Золотоносность скарново-магнетитовых рудных полей Горной Шории. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 2010. 21 с.
- Файзиев А. Р., Сафаралиев Н. С., Малахов Ф. А.* Легирующие и благородные металлы в магнетите и некоторых других минералах месторождения Шожкадамбулак (Северный Таджикистан) // Доклады академии наук Республики Таджикистан. 2012. Т. 55. № 4. С. 332–338.
- Novoselov K., Belogub E., Ermolina O., Mikhailov A.* Gold-bismuth mineralisation in the orogenic gold occurrences of the Kuhmo greenstone belt (Finland) // Mineral deposit research for a high-tech world. Proceedings 12th biennial SGA meeting. Vol. 3. Uppsala, 2013. С. 1168–1171.

П. В. Селиванов

*ФГБУ Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, г. Москва
Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии, г. Москва
selivanov@tsnigri.ru*

Закономерности пространственного размещения рудных песков на редкометалльно-титановом месторождении Гораи (Мозамбик) (научный руководитель д.г.-м.н. А. В. Лаломов)

Россыпное месторождение Гораи расположено на побережье Мозамбикского пролива Индийского океана вблизи эстуария одноименной реки на севере Мозамбика (провинция Замбези). Разведка месторождения в составе группы объектов, расположенных в пределах одной лицензии (Пебанская группа), производилась компанией Tazetta Resources Lda в 2012–2013 гг. при непосредственном участии автора на всех стадиях работ. Работы включали геологические наблюдения с поверхности, докумен-

тацию шурфов и скважин с последующим элементным (XRF спектрометр Elvax) и количественным минералогическим анализом проб. Целью настоящей работы является установление закономерностей распределения рудных песков на участке Горай и выявление обуславливающих их факторов. В работе использованы первичные материалы разведочных работ, материалы отчета по геологическому строению площади, написанного с участием автора, а также материалы из открытых источников (обзорные геологические карты, спутниковые снимки).

Россыпь имеет длину более 5.5 км при ширине от 1.4 до 1.9 км. Тело россыпи залегает в абразионном уступе, выработанном в третичных осадочных породах. Плотик вблизи клифа вскрывается на глубинах от 5–6 метров и полого наклонен в сторону моря. Литологически россыпь сложена преимущественно мелкозернистыми, реже среднезернистыми песками. Вблизи эстуария встречаются маломощные линзы битуминозных глин, расположенные в виде «лестницы», погружающейся в сторону моря, что, очевидно, отражает последовательную миграцию мангровых болот на фоне голоценовой трансгрессии. По минеральному составу пески месторождения кварцевые с небольшой примесью полевых шпатов и иногда слюд. Более 90 % тяжелой фракции составляет ильменит, в заметных количествах присутствуют циркон и рутил, являющиеся предметом промышленного интереса, а также лейкоксен, ставролит, минералы группы кианита, амфиболы, пироксены, эпидот, лимонит; редко – магнетит. Выход тяжелой фракции составляет от долей до десятков процентов, в отдельных случаях встречаются прослой природного концентрата, содержащего более 90 % тяжелой фракции. Содержание TiO_2 в пробах коррелирует с содержаниями ильменита и рутила ($r > 0.9$), что позволяет осуществлять прямой пересчет химических анализов на содержания данных минералов. Продуктивные пески, главным образом, располагаются в верхних горизонтах россыпи, отвечающих литоральным и эоловым фациям. В плане обогащенный участок (с валовыми содержаниями TiO_2 по разрезу $>1\%$) имеет форму топора с «рукояткой», вытянутой вдоль клифа, и «головой», примыкающей к эстуарию (рис. 1).

По геоморфологическим признакам территория россыпи может быть разделена на две части, отвечающие двум разным этапам аккумуляции морской косы: 1) зона развития дюн, протягивающаяся вдоль клифа с небольшим расширением в приэстуарной части, и 2) слабо расчлененная морская коса нейтрального роста с отмершими морскими валами и межваловыми поднятиями. Ориентировка современной береговой линии параллельно отмершим валам свидетельствует о неизменных условиях аккумуляции в условиях второго этапа, сохраняющихся по настоящий момент. Дюнная часть, отвечающая первому этапу роста, пространственно совпадает с вытянутым вдоль клифа обогащенным участком («рукоятью»), тогда как «голова» расположена в отложениях второго этапа.

На местности преобладают южные, в меньшей степени, юго-восточные ветра, что в сочетании с северо-восточным простиранием береговой линии обуславливает подход ветровых волн под косым углом к берегу и, как следствие, образование вдольберегового течения. Судя по космическим снимкам, оно прерывается потоком из эстуария, формирующимся за счет него подводным баром, перпендикулярным берегу. В результате, в приэстуарной части формируются условия для рециркуляции наносов и их многократного перебива (рис. 2), что благоприятно для накопления минералов тяжелой фракции. По всей видимости, именно этим фактором обусловлено формирование обогащенного участка в виде «головы топора».



Рис. 1. Геоморфологическая схема участка Горай (составлена автором с использованием материалов разведочных работ 2012–2013 гг.).

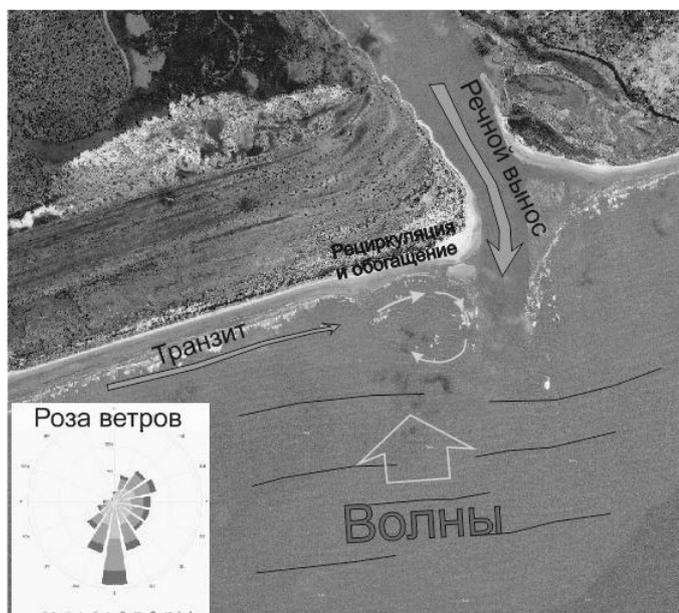


Рис. 2. Литодинамическая модель участка (составлена автором с использованием https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/pebane_mozambique и <https://earthengine.google.com/timelapse>).

По спутниковым снимкам разных лет заметно, что аккумуляция песков носит пульсационный характер.

Пески первого этапа накапливались на фоне стабилизации уровня океана и смены трансгрессии ростом морской косы. Распределение тяжелых минералов свидетельствует об иных условиях питания россыпи, нежели существуют ныне, а высокие концентрации – о наличии дополнительных богатых источников, питавших россыпь. В позднем плейстоцене при более низком стоянии океана должны были сформироваться россыпи, отвечающие положению палеопобережья, послужившие в дальнейшем промежуточным коллектором. Подобные промежуточные коллекторы известны на редкометалльно-титановых месторождениях Индии [Лаломов, Таболич, 2013]. За счет волноприбойной деятельности на фоне повышения уровня океана происходил постоянный транспорт тяжелых минералов в зону литорали, что фиксируется в разрезе в виде погребенных обогащенных участков. Неудивительно, что максимальные концентрации были достигнуты в телах, сформированных на заключительном этапе трансгрессии и максимально аккумулировавших в себе минералы тяжелой фракции и не подвергнувшихся последующему размыву.

Таким образом, продуктивные тела россыпи сформировались в два этапа. На первом этапе питание россыпи происходило преимущественно за счет промежуточных коллекторов, что обусловило резкое повышение концентраций в песках вдоль клифа. На втором этапе роль промежуточных коллекторов сильно снизилась, в результате чего средние содержания резко упали. За счет экспонирования береговой линии под косым углом к волнам возникло вдольбереговое течение, прерываемое выносом из эстуария р. Гораи, в результате чего в приэстуарной части сложились условия для рециркуляции и концентрирования тяжелых минералов.

Литература

- Лаломов А. В., Таболич С. Э.* Локальные геолого-динамические факторы формирования комплексных прибрежно-морских россыпей тяжелых минералов. М.: ГЕОС, 2013. 224 с.
Wind rose // In: Climate pebane. Província de Zambézia, Mozambique
https://www.meteoblue.com/en/weather/forecast/modelclimate/pebane_mozambique
Google Earth Engine. Timelapse. <https://earthengine.google.com/timelapse>