

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБСИДИАНОВ ПРОЯВЛЕНИЯ ПАЯЛПАН (КАМЧАТКА)

Т.С. Еремина

ОАО «Камчатгеология», Петропавловск-Камчатский, e-mail: eremina_ts@list.ru

На территории Камчатского полуострова вулканические стекла пользуются довольно значительным распространением. В различных частях Камчатского края известно более тридцати месторождений и проявлений кислых стекол.

Одним из наиболее известных объектов, связанных с вулканическими стеклами на Камчатке, является проявление Паялпан, родина редкой декоративной их разновидности – «голубого обсидиана». Месторождений «голубых обсидианов» в мире насчитывается всего несколько десятков, расположены они главным образом в Мексике и на Памире.

Паялпан относится к Ичинской группе проявлений вулканических стекол, которая насчитывает около полутора десятков разных по масштабам обсидиановых объектов, сближенных пространственно, но имеющих различный генезис. Обсидиановые тела связаны в основном с субвулканическими экструзивными куполами риолитов, а также с осложняющими их эффузивными образованиями: потоками, туфами, туфобрекчиями, игнимбритами.

Обсидиановые проявления, образующие промышленные концентрации, в этом районе представлены коренными выходами и россыпями. В большинстве случаев, обсидианы слагают незначительные по мощности (в среднем до первых метров) тела, представленные пластами, сериями четковидно растянутых, пережатых, сближенных линз в риолитах и небольшими потоками.

Наиболее продуктивным в группе обсидиановых тел Паялпана является делювиальная россыпь на борту ручья Обсидианового. Ее расположение в непосредственной близости от склонов интрузии риолитов позволило исследователям трактовать генезис «голубых обсидианов» как экструзивный.

При разделении эффузивного и экструзивного генетических типов проявлений вулканических стекол обычно руководствуются их приуроченностью либо к потокам, либо к экструзивным куполам [Шевчук, 1981]. Однако возникают ситуации, в которых сложно или невозможно однозначно говорить о той или иной структурной позиции обсидианового тела. Это чаще всего бывает связано с недостаточной изученностью геологического строения района. Подобная ситуация сложилась и в отношении проявления Паялпан - при общей слабой изученности условий залегания и характеристик обсидиановых тел, вопрос об их природе до сих пор не получил однозначного ответа [Попов и др., 2007]. В данной ситуации важную генетическую информацию позволяет получить комплексный подход, принимающий во внимание не только структурно-морфологические, но и петролого-геохимические особенности пород, которые, в свою очередь, зависят от физико-химических условий их формирования.

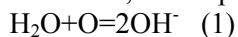
Химический состав стеклообразующего расплава полностью определяет все его свойства. В частности от него зависят температура и вязкость расплава, которые определяют его динамические характеристики и скорость остывания. Экструзивные стекла, как правило, формируются в условиях более длительного остывания, чем стекла потоков и, в общем случае, при одинаковых составах температура стеклообразующего расплава для экструзии будет несколько ниже, чем для потока [Богатилов, 1987].

В последнее время для изучения риолитовых расплавов и скорости их остывания используются модели, основанные на характере межвидовых взаимодействий водной составляющей.

Вода является одним из основных летучих компонентов стеклообразующих расплавов и оказывает значительное влияние на такие важные характеристики стекол и расплавов, как вязкость, плотность, диффузионная способность, транспортные свойства. Взаимодействие с ней во многом определяет поведение и свойства стекол в широком интервале температур и давлений.

В стекла вода входит обычно в двух формах – молекулярной и в виде гидроксильных групп. При этом молекулы H_2O связаны со структурой стекла, а ионы гидроксидов OH^- , образуют связи с катионами ближнего порядка Si^{4+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , и т.д. [Behrens, 2003]

Известно, что переход в расплаве происходит по гомогенной реакции:



При этом соотношения концентраций обеих форм является функцией общего содержания воды, состава и температуры стеклообразующего расплава [Zhang, 1999].

Наиболее распространенным методом исследования форм вхождения воды в стекловатые породы является инфракрасная Фурье-спектроскопия. Метод позволяет точно определять содержание разных форм воды в обсидианах, или в стеклообразующем расплаве (*in situ*).

При разделении форм вхождения воды в стекла методом инфракрасной Фурье-спектроскопии наиболее достоверными и информативными считаются два пика, лежащие в ближней инфракрасной области (БИК). Пик 4500 см^{-1} отвечает составным колебаниям гидроксила – возбуждение связи О–Н (для гидроксильной воды 3600 см^{-1}) и колебанию гидроксила относительно системы (900 см^{-1}); пик 5200 см^{-1} характеризует составные колебания молекулы H_2O – возбуждение связи О–Н (для молекулярной воды 3500 см^{-1}) и сгибание молекулы H_2O ($1650\text{-}1700 \text{ см}^{-1}$) [Behrens, 2003].

БИК спектры обсидианов Паялпана (рис. 1) характеризуются наличием максимума 4500 см^{-1} , отвечающего гидроксилу, и отсутствием пика молекулярной воды, из чего можно сделать вывод, что гидроксильная составляющая водной фазы является единственной формой вхождения воды в породы.

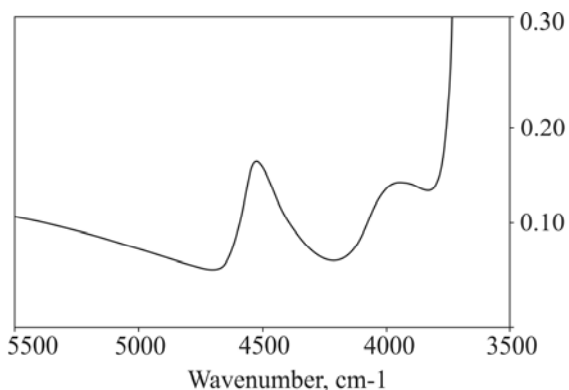


Рис. 1. Типовой БИК спектр обсидианов проявления Паялпан.

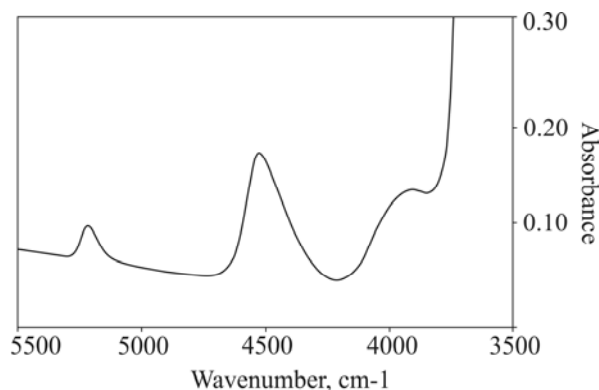


Рис. 2. Типовой БИК спектр обсидианов Начикинского месторождения.

Типовой спектр обсидианов проявления Паялпан был сравнен с типовым спектром обсидианов Начикинского месторождения. Такое сравнение позволило более достоверно интерпретировать полученные данные, учитывая, что обсидианы Начикинского месторождения не только имеют сходный с «голубыми обсидианами» химический состав, близки по времени образования, но и имеют доказанный экструзивный генезис.

На спектре экструзивного обсидиана Начикинского месторождения (рис. 2) обнаруживаются как пик молекулярной воды, так и пик, соответствующий гидроксилу. Несмотря на то, что пик ОН значительно интенсивнее пика молекул H_2O , можно утверждать, что за время охлаждения расплава часть гидроксила перешла в молекулярную форму по межвидовой реакции (1).

Известно, что исходный расплав, из которого позже возникает стекло, содержит ОН и H_2O в определенном соотношении. Это соотношение во многом определяет физико-химические и термодинамические параметры расплава. Гидроксил является более высокотемпературной, молекулярная вода – более низкотемпературной формой вхождения воды в породы.

При наиболее высоких температурах вода в породах содержится только в форме гидроксила [Zhang, 1999]. Природные риолитовые стекла эффузивного происхождения, образующиеся в потоках, зачастую содержат только высокотемпературную составляющую водной фазы – гидроксил [Stolper, 1982]. Ниже определенной температуры начинаются межвидовые переходы из гидроксила в молекулярную воду. При этом чем дольше охлаждается расплав, тем больше в нем содержится молекулярной воды и, наоборот – при больших скоростях охлаждения расплава, преобладающей формой воды будет гидроксил, как в случае обсидианов проявления Паялпан.

Учитывая вышесказанное, можно утверждать, что начальная температура и скорость охлаждения стеклообразующих расплавов Паялпана были выше, в сравнении со стеклообразующими расплавами, участвовавшими в формировании экструзивного купола, что указывает на их эффузивный генезис.

Как показало микроскопическое изучение пород, обсидианы Паялпана нельзя в полной мере назвать стекловатыми породами (рис. 3 а, б). Несмотря на отсутствие вкрапленников в породах, а также на то, что основной объем породы, действительно, занимает прозрачное вулканическое стекло, в обсидианах Паялпана содержится до 10% кристаллитов – мельчайших, «зародышевых» фаз минералов, определение которых петрографическими методами невозможно. Кристаллиты имеют игольчатый облик и располагаются в шлифах «лентообразными» извилистыми потоками, создавая флюидальную текстуру, свидетельствующую о повышенной вязкости среды их образования (рис. 3 б). Рисунок флюидальности обсидианов Паялпана причудливый, полосы кристаллитов невыдержанны по толщине, что говорит о значительной динамике стеклообразующей среды [Рудич, 1973]. Подобная картина флюидальности также более типична для эффузивных стекол, образование которых связано с потоками [Богатиков, 1987].

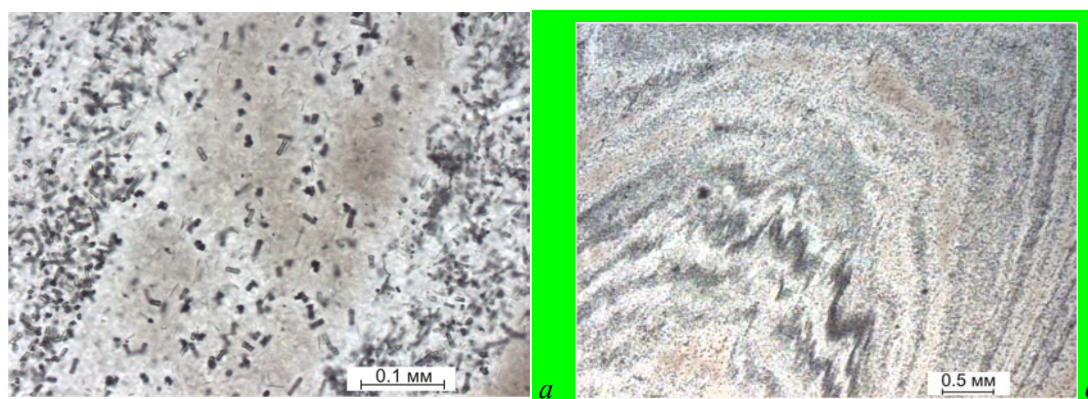


Рис. 3 а, б. Флюидальные полосы кристаллитов и бурое стекло с примесью рудной пыли. Без анализатора.

Обращает на себя внимание также тот факт, что кристаллиты в флюидальных полосах располагаются компактно, стекло, заполняющее пространство между кристаллитами прозрачно, имеет более низкий показатель преломления, чем буроватого оттенка стекло между полосами кристаллитов, содержащее примесь рудной пыли (рис. 3 а).

Усиление этого цветового контраста наблюдается в более толстых пластинках (рис. 4 а, б). Насыщенные кристаллитами полосы приобретают голубовато-дымчатый цвет (голубовато-серый в образцах), на фоне темно-коричневого (черного – в образцах) цвета изотропного стекла.

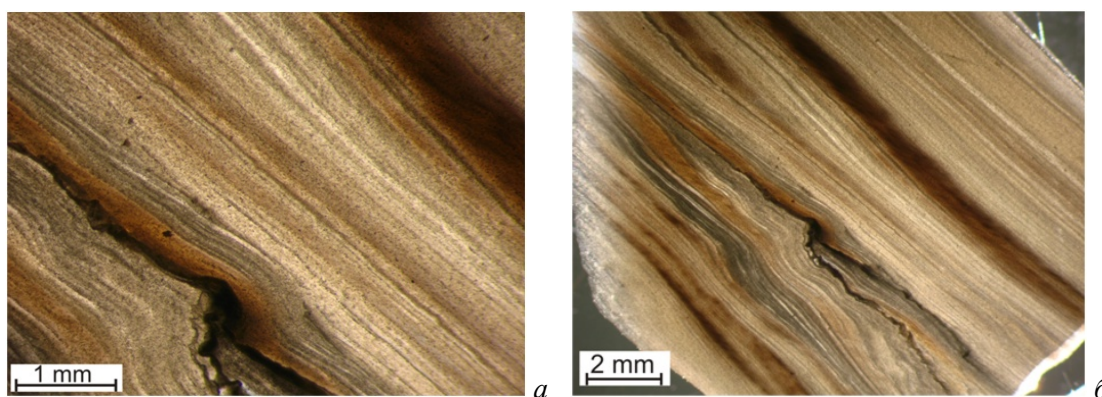


Рис. 4 а, б. Примесь рудного вещества определяет темный цвет породы, голубой оттенок создается флюидальными полосами, насыщенными кристаллитами.

Как следует из этих наблюдений, знаменитый голубоватый оттенок обсидианов Паялпана определяется именно цветом флюидальных полос кристаллитов, а не примесью рудной пыли, как считалось ранее [Деколядо, 1982].

Список литературы

Богатиков О.А., Борсук А.М. Природные стекла - индикаторы геологических процессов. М.: Наука, 1987. 158 с.

Деколядо Р.И. Отчет о результатах общих поисков полудрагоценных и поделочных камней, проведенных Мильковским отрядом в Мильковском и Елизовском районах Камчатской области в 1981 г. Т.1. Петропавловск-Камчатский. 1982. 170 с.

Попов В.К., Гребенников А.В., Перепелов А.Б., Кузьмин Я.В., Гласкок М.Д., Спикман Р.Дж. Геохимическая типизация кислых вулканических стекол Камчатки // Проблемы геохимии эндогенных процессов и окружающей среды (материалы всероссийской научной конференции). Т. 2. Иркутск. 2007. С. 201–205.

Рудич К.Н. О некоторых экструзиях Курильских островов // Кислый вулканизм. М.: Наука, 1973. С. 93 – 101.

Шевчук В.Д. Генетические типы кислых вулканических стекол Камчатки // Перлиты. М.: Наука, 1981. С. 43 – 51.

Behrens H., Nowak M. Quantification of H₂O speciation in silicate glasses and melts by IR spectroscopy – *in situ versus* quench techniques // Phase Transitions. V.76. №. 1 – 2. 2003. P. 45 – 61.

Zhang Y. H₂O in rhyolitic glasses and melts: measurement, speciation, solubility, and diffusion // Reviews of Geophysics, 1999. № 37. 4. P. 1-15.

Stolper E.M. Water in silicate glasses: an infrared spectroscopic study // Contributions to Mineralogy and Petrology, 1982. V. 81. P. 1 – 17.