Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LV, вып. 2, 1968 г.

ОБ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО АГАТА В ЗАКАВКАЗЬЕ

(замечания к статье П. Б. Вайнермана и А. С. Смирновой)*

Н. А. Аркадьев, Б. Н. Шаронов

Рассматриваемая статья П. Б. Вайнермана и А. С. Смирновой, на наш взгляд, недостаточно объективно, а в ряде случаев и геологически неверно отражает некоторые вопросы условий образования и закономерностей размещения Закавказских месторождений технического агата. В связи с этим считаем необходимым обсудить эти вопросы, чтобы исключить субъективные и слабообоснованные представления, которые могут неправильно ориентировать исследователей.

П. Б. Вайнерман и А. С. Смирнова утверждают, что на месторождениях Закавказья скопления агата сосредоточены преимущественно в телах интрузивных пород, прорывающих вулканогенно-осадочные отложения. Как главный пример они приводят Северо-Ахалцихское месторождение, которое, по их данным, располагается в линейно вытянутом крутопадающем интрузивном теле, выполняющем крупную зону разлома широтного простирания (его протяженность более 30 *км* при средней мощности 400—500 *м*). Этот разлом принимается за канал, через который изливались андезито-дацитовые и дацитовые лавы плиоцен-нижнечетвертичного возраста (горизонтальные покровы их широко развиты за пределами района месторождений). Основным мотивом для такой трактовки образования агатовмещающего магматического тела, как это следует из статьи, явилось формальное определение слагающих его пород как андезито-дацитов и затем еще более формальное отнесение их к интрузивным аналогам вышеотмеченных эффузивных дацитов.

Здесь же нужно оговориться, что все геологи, изучавшие Ахалцихские месторождения ** [Аркадьев, 1963, 1965; Ванюшин, 1938; Горбу-

* Статья П. Б. Вайнермана и А. С. Смирновой «Условия образования и закономерности размещения месторождений технического агата в Закавказье» была опубликована в трудах ВНИИСИМС, т. VIII, 1964, стр. 135—148.

** В Ахалцихском районе Грузинской ССР расположены два пространственно разобщенных месторождения: Северо-Ахалцихское приурочено к среднеэоценовому покрову андезитов, в котором агатопроявления образуют широтную цепочку по всей северной периферии района; Памачское — объединяет широтную цепочку агатопроявлений в верхнеэоценовых вулканических брекчиях в юго-западной части района.

нов, 1951; Шаронов, 1960, 1963 а, б, 1965], определяли магматическое тело, вмещающее их, как типичный эффузивный покров среднеэоценового возраста, а слагающие его породы относили к пироксеновым андезитам. Последние имеют порфировую структуру (вкрапленники представлены в основном андезином и значительно реже авгитом и гиперстеном), характерный смоляно-черный цвет, пузыристо-шлаковидный облик и миндалекаменную текстуру. Они содержат большое число округлых и эллипсоидальных газовых (амигдалоидных) пустот, значительная часть которых выполнена гидротермальными минералами. Основная масса смоляно-черных андезитов представлена нераскристаллизованным средним вулканическим стеклом с ярко выраженной перлитовой текстурой, составляющим 85—95% от объема породы. Какой-либо дифференциации пород внутри этого магматического тела не наблюдается.

Смоляно-черные андезиты лежат согласно на мощной среднеэоценовой толще массивных вулканических брекчий, содержащей внутриформационные покровы хорошо раскристаллизованных светлоокрашенных андезитов и порфиритов, и перекрываются слоистыми туффитами верхнего эоцена. Совместно с подстилающими и перекрывающими породами смоляно-черные агатоносные андезиты участвуют в складчатой структуре пород палеогена и слагают крутопадающее на юг до вертикального южное крыло крупной Абастумани-Боржомской антиклинали. Участие в складчатой структуре вызвало интенсивное дробление и брекчирование хрупких смоляно-черных андезитов. Интересно отметить, что на юге района место смоляно-черных андезитов в геологическом разрезе занимает типичный эффузивный покров андезитов и андезито-базальтов шарового строения, но меньшей мощности. Состоит он из нескольких лавовых потоков, между которыми нередко встречаются согласные линзы осадочных пород. Аналогичные линзы осадочных пород были зафиксированы и среди смоляно-черных андезитов [Шаронов, 1960]. Эти факты, а также отсутствие следов термального метаморфизма осадочных пород в кровле магматического тела и в линзах внутри него позволяют высказать более чем серьезное сомнение об интрузивном происхождении смоляно-черных андезитов.

С другой стороны, образование удлиненно-линзовидного мощного вулканического покрова, сложенного однообразными стекловатыми породами, вполне удовлетворительно объясняется с позиций эффузивного магматизма, если учесть, что формирование его происходило при многократном пульсационном излиянии трещинного типа и наслоении друг на друга маломощных лавовых потоков [Шаронов, 1960].

Приводя характеристики других месторождений агата в Закавказье (Иджеванского, Кировабадского, Калининского, Шахназарского), авторы статьи также акцентируют внимание на том, что скопления технического агата на этих месторождениях расположены в интрузивных телах. Это противоречит фактическим данным, и так же, как было показано на примере Северо-Ахалцихского месторождения, повсеместно эффузивные образования принимаются за прорывающие интрузивные тела. Обусловлено это игнорированием внутреннего строения агатоносных тел и их положения в геологических структурах. Выводы строятся только на внешнем сходстве с гипабиссальными интрузиями пластообразных эффузивных тел, которые приобрели крутое падение в результате складчатых движений. При этом не учитывается, что промышленная агатовая минерализация нередко располагается не только в эффузивных покровах, но и в горизонтах пирокластов (Шахназарское, Памачское и другие месторождения).

На многих месторождениях технического агата в Закавказье агатоносные эффузивные покровы и горизонты пирокластов нередко прорываются небольшими интрузивными телами (дайки, некки, изверженные жилы). Эти интрузивы, как правило, не затронуты тектоническим дроблением и являются послескладчатыми образованиями. В них обнаруживаются редкие маломощные (2—5 *мм*) прожилки и мелкие миндалинки халцедона. Часто можно наблюдать под пологими дайками во вмещающих породах увеличение содержания агатовых тел, что связано с экранирующим их действием. Отмеченное взаимоотношение даек и агатовой минерализации указывает на то, что выделение агата происходило после внедрения даек. Малые интрузивные тела и агатовая минерализация находятся в парагенетической связи или генетической, если под последней подразумевать общность источника, в данном случае очага магматической (вулканической) деятельности.

В самих интрузивных телах скопления агата не образуют промышленных концентраций, что обусловлено отсутствием в них достаточного количества крупных открытых полостей, в которых была бы возможна кристаллизация кондиционных обособлений агата. Это необходимо учитывать при проведении поисковых, разведочных и добычных работ.

Возраст интрузивных тел и следующей за их внедрением агатовой минерализации всегда значительно моложе возраста вмещающих эффузивных пород и неоднозначен для различных агатоносных районов. Но данных, позволяющих судить о генетических связях агатовой минерализации с самими молодыми верхнеплиоценово-нижнечетвертичными этапами вулканической деятельности, нет.

Анализ геологических материалов по Ахалцихским месторождениям (Северо-Ахалцихскому и Памачскому) позволяет дайки и некки светлых андезитов и андезитоидных дацитов, прорывающих агатоносные смоляно-черные андезиты и вулканические брекчии, отнести к субвулканическим аналогам эффузивных пород вулканогенно-осадочной годердзской свиты среднего-верхнего миоцена, лежащей со структурным несогласием на породах палеогена и со структурным несогласием перекрываемой горизонтальными покровами вышеотмеченных дацитов [Аркадьев, 1963, 1965; Шаронов, 1960, 1963 а].

Как уже отмечалось, агатовмещающие породы Северо-Ахалцихского месторождения определены авторами статьи дацитами и андезитодацитами. На основании этого авторы ставят под сомнение генетическую связь агатовой минерализации с районами развития среднего и основного эффузивного магматизма, которая была ранее установлена не только для территории Закавказья, но и всех агатоносных районов мира. Ошибочность такого определения с очевидностью вытекает из приведенной в статье векторной диаграммы. Как следует из подрисуночной подписи, для построения векторной диаграммы были использованы химические анализы гидротермально измененных и минерализованных эффузивных пород. В этих породах вулканическое стекло оказалось разложенным и замещенным вторичными гидротермальными минералами. Эти же минералы (халцедон, опал, кварц, аметист, цеолиты, кальцит, хлорит) выполняют мелкие газовые полости и трещинки. Их присутствие, несомненно, изменило первичный химический состав породы, сместив ее векторы в сторону кислых и щелочных пород.

По этому поводу уместно напомнить предупреждение А. Н. Заварицкого: «Только для совершенно свежей эффузивной породы химический анализ является надежной характеристикой ее естественного состава. Вторичные изменения как вследствие выветривания, так и вслед-

ствие метаморфизма могут довольно существенно изменить первоначальный состав породы» [1956, стр. 252].

Несомненно, что еще больше изменил первоначальный состав агатовмещающих пород гидротермальный метаморфизм, сопровождающийся привносом и выносом из породы целого ряда компонентов.

Касаясь условий образования месторождений технического агата в Закавказье, авторы статьи, основываясь на своих выводах о пространственной и генетической связи агата с кислыми интрузивными породами и экспериментальных данных по искусственному получению халцедона, выдвигают гипотезу о ликвационном происхождении агата. По их мнению, выделившийся в результате ликвации кислой магмы расплав кремнезема образовывал в интрузивных телах шлиры, которые под воздействием внутренних движений в магматическом теле преобразовывались в миндалины и гнезда агата. Такое представление об условиях образования агата не является абсолютно новым. Гипотеза образования агата за счет кристаллизации округлых включений стеклообразного кремнезема в эффузивах под воздействием воды при критической температуре выдвигалась Р. Накеном [1948] и была отвергнута как совершенно геологически не обоснованная.

Мы не будем подробно останавливаться на разборе этой гипотезы, а отметим только, что промышленные скопления агата нередко встречаются в горизонтах вулканических брекчий, где отсутствуют «внутренние движения», необходимые, по мнению авторов статьи, для преобразования расплава в халцедон. Кроме того, трудно представить, чтобы расплав кремнезема мог быть «впрыснут» в вулканические брекчии, расположенные на значительном расстоянии (10—12 *км*) от материнской интрузии, в качестве которой рассматривается магматическое тело, включающее Северо-Ахалцихское месторождение. Наконец, халцедон не является единственным минералом на месторождениях. Совместно с ним кристаллизовались горный хрусталь, аметист, кальцит, опал. Возникновение последних из расплава более чем проблематично.

Отвергая гидротермальное образование месторождений технического агата в Закавказье, авторы не смогли пройти мимо того, что агатовмещающие породы несут следы интенсивного гидротермального метаморфизма. Поэтому, вероятно, в тексте статьи отсутствует генетическая характеристика этих пород. Они названы просто «измененными породами», хотя и подчеркивается их значение в качестве поискового признака. Между тем, предыдущими исследованиями было доказано гидротермальное происхождение измененных пород и расположение их и промышленных скоплений агата в тектонических зонах дробления и интенсивной трещиноватости, оперяющих крупные разломы. Такие разломы и сопровождающие их зоны дробления служили каналами движения гидротермальных постмагматических растворов [Аркадьев, 1963, 1965; Хакимов, 1965; Шаронов, 1960, 1963, а]. Было также установлено, что в процессе гидротермального метаморфизма постмагматические растворы усваивали из окружающих пород кремнезем, глинозем, окислы щелочных и щелочно-земельных металлов, которые высвобождались при разложении, главным образом, вулканического стекла. Больше всего усваивалось кремнезема (от десятков до сотен килограмм из 1 $м^3$ породы). Все эти компоненты использовались при кристаллизации халцедона и сопутствующих ему минералов [Аркадьев, 1965; Шаронов, 1965].

П. Б. Вайнерман и А. С. Смирнова фактически полностью отрицают влияние вмещающих пород на процесс формирования месторож-

дений агата и, доказывая отсутствие миграции кремнезема и других компонентов, приводят результаты пересчетов химических анализов слабо- и сильноизмененных агатовмещающих пород, произведенных по кислородному методу Барта и методу прямого сравнения. Здесь авторы допускают, на наш взгляд, ошибку, исключая из расчетов пористость пород.

Советскими учеными [Карякин, 1955; Наковник, 1949, 1958; Рудник, 1962] показано, что как кислородный метод Барта, так и метод прямого сравнения, а также вообще все методы, не учитывающие пористость горных пород, искажают действительный характер количественного изменения вещества в постмагматических процессах, а поэтому не применимы к гидротермально измененным и метасоматическим горным породам, величина пористости которых испытывает колебания в результате реакций между раствором и породой.

Объективные данные о миграции компонентов при гидротермальном метаморфизме можно получить окисно-объемным и атомно-объемным методами [Рудник, 1962], которые в последнее время получили широкое распространение в геологической практике.

Таким образом, основные выводы П. Б. Вайнермана и А. С. Смирновой по условиям образования и закономерностям размещения месторождений агата не имеют достаточного геологического обоснования и не подтверждаются интерпретацией химических анализов горных пород, поскольку обработка производилась на неправильной методологической основе.

В заключение для придания замечаниям дискуссионного характера очень кратко остановимся на некоторых наших представлениях по обсуждаемым вопросам, заметив, что часть из них была изложена выше.

По данным большинства геологов, месторождения технического агата Закавказья относятся к приповерхностным низкотемпературным гидротермальным образованиям, что подтверждается парагенетической ассоциацией минералов, приводившейся выше, и широким развитием гидротермального метаморфизма агатовмещающих пород (пропилитизация, хлоритизация, карбонатизация, окварцевание).

Месторождения располагаются в эффузивно-осадочных толщах и приурочены либо к покровам андезитов, порфиритов, андезито-базальтов, либо реже к горизонтам пирокластов. Скопления наиболее качественного агата тяготеют к эффузивным породам среднего состава (андезиты), что объясняется влиянием вмещающих пород на состав минералообразующих растворов.

Несмотря на то, что эффузивно-осадочные толщи в агатоносных районах содержат десятки и сотни покровов и горизонтов пирокластов, агатовая минерализация встречается только в единицах из них. Агатоносные эффузивные образования характеризуются высоким содержанием крупных открытых полостей, повышенной первичной пористостью, весьма слабой раскристаллизованностью и высокой химической активностью. В них при наличии рассеянной минерализации промышленные скопления агата (собственно месторождения) располагаются только в локальных участках, дислоцированных разрывными тектоническими нарушениями и оперяющими их трещинами. Агат на этих участках выполняет амигдалоидные полости (миндалевидный агат), пустоты растворения (гнездовый агат), тектонические трещины (прожилковый и узловой агат) и полости иного происхождения (трубчатый и межшаровый агат).

Гидротермальной деятельности на большинстве Закавказских месторождений предшествовали складчатые движения, вызвавшие образование разрывных нарушений. По разломам, секущим складчатые нарушения, происходило внедрение малых интрузивных тел, обычно несколько более кислого состава, чем вмещающий их эффузив. Последовательная смена во времени вулканической деятельности внедрением даек и выделением гидротермальных растворов, с которыми связано образование агата, протекала в узких, но протяженных тектонических зонах, располагающихся обычно в областях сопряжения крупных складчатых структур.

Тесная пространственная связь всех магматогенных образований с тектонически ослабленными швами, занимающими определенное положение в общей структуре региона, позволяет установить закономерную основу размещения месторождений технического агата. К числу факторов, контролирующих локализацию агатовой минерализации, относятся: магматический (эффузивный), структурно-тектонический и литолого-текстурный. Месторождения технического агата на территории Закавказья располагаются в районах широкого развития эффузивных пород среднего состава и приурочены только к самим вулканогенным породам. В пределах этих районов месторождения технического агата контролируются продольными, по отношению к складчатости, разрывными нарушениями, которые являются связующим звеном между магматическим очагом (корневой эффузивный аппарат) — источником минералообразующих гидротермальных растворов и эффузивными породами, благоприятными для рудоотложения. К последним относятся стекловатые пористо-пузырчатые лавы и рыхлые вулканические брекчии, в которых вследствие высокой химической активности и проницаемости, усиленной тектоническим дроблением, была возможна широкая циркуляция постмагматических растворов, интенсивное взаимодействие их с вулканическим стеклом и породообразующими минералами и выделение халцедона с сопутствующими минералами в разнообразных как сингенетических, так и эпигенетических полостях.

Таким образом, Закавказские месторождения технического агата следует рассматривать как гидротермальные образования с наложенной минерализацией, оторванной от периода формирования вмещающих эффузивных пород значительным промежутком времени. Этот геологический фактор необходимо отнести к наиболее важным в оценке перспектив месторождения. Обильный и длительный подток гидротермальных растворов из магматического очага, расположенного на глубине, интенсивное взаимодействие с вмещающими породами и насыщение кремнеземом за их счет, являются главными условиями, определяющими образование крупных месторождений технического агата.

Как видно из приведенных материалов, с выходом в свет статьи П. Б. Вайнермана и А. С. Смирновой наметились серьезные расхождения во взглядах на место и время агатовой минерализации в Закавказье, которые, несомненно, выходят за рамки отвлеченных споров. Правильное и обоснованное решение обсуждаемых вопросов имеет прямое отношение к ведению поисковых, разведочных и добычных работ на технический агат не только на территории Закавказья, но и в других районах СССР, и заслуживает серьезного внимания со стороны геологов, занимающихся этим видом минерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

Аркадьев Н. А. Геологические предпосылки поисков месторождений технического агата на примере районов Закавказья. Изв. ВУЗов, геол. и разв., № 9, 1963.

Аркадьев Н. А. Об условиях образования некоторых месторождений агата Закавказья. Зап. ЛГИ, т. XLIX, вып. 2, 1965.

Ванюшин С. С. Технический агат СССР и задачи изучения его сырьевой базы. ЗВМО, ч. 67, вып. 1, 1938.

Горбунов С. С. Об одной морфологической особенности агатов. Сб. тр. ин-та геолог. и минералог. АН Груз. ССР, 1951.

Заварицкий А. Н. Изверженные горные породы. Изд. АН СССР, 1956.

Карякин А. Е. Вмещающие породы — источник материала для минералов хрустальных гнезд. Зап. ЛГИ, т. XXX, вып. 2, 1955.

Наковник Н. И. Метасоматическое минералообразование и закон равных объемов. ЗВМО, ч. 78, вып. 4, 1949.

Наковник Н. И. Определение количественного изменения вещества при гидротермальном метаморфизме. ЗВМО, ч. 87, вып. 4, 1958.

Рудник В. А. Определение количественного изменения вещества при метасоматических процессах. ЗВМО, ч. 91, вып. 6, 1962.

Хакимов А. Х. Некоторые особенности минералогии и генезиса агатовых тел Иджеванского района Армении. Изв. ВУЗов, геол. и разв., № 7, 1965.

Шаронов Б. Н. Особенности строения агатоносного андезитового покрова в Ахалцихском районе Грузии. Тр. ВНИИП, т. III, вып. 2, 1960.

Шаронов Б. Н. Трубчатый агат и условия его образования. ЗВМО, ч. 92, вып. 3, 1963 а.

Шаронов Б. Н. О происхождении сталактитоподобных форм халцедона. Минералог. сб. Львовск. геолог. общ., № 17, 1963 б.

Шаронов Б. Н. Роль вмещающих пород при формировании некоторых месторождений технического агата. Зап. ЛГИ, т. XLIX, вып. 2, 1965.

Nacken R. Natur u. Volk, 78, H. 1—3, 1948.