*Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIX, вып. 2, 1965 г.*

УДК 553.065.3 (479.2)

# РОЛЬ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО АГАТА

*Б. Н. Шаронов*

Эндогенные месторождения технического агата относятся к числу редких. Геологически изучены они слабо и многие вопросы условий их образования пока остаются невыясненными. Один из таких вопросов касается проблемы влияния вмещающих пород на процесс формирования месторождений этого вида минерального сырья.

Геологи, изучавшие эндогенные месторождения агата, отмечают обычно одну сторону влияния вмещающих пород: вмещающие породы в силу литолого-текстурных особенностей способствовали отложению в них халцедона из гидротермальных растворов [Аркадьев, 1963; Ванюшин, 1938; Горбунов, 1951; Шаронов, 1960, 1963]. При этом, как само собой разумеющееся, предполагают, что основную массу компонентов, в том числе и кремнезем, необходимых для кристаллизации халцедона и сопутствующих ему минералов, гидротермальные растворы привносили во вмещающие породы из магматического очага.

В работах последних лет появились указания на возможность извлечения гидротермальными растворами некоторых компонентов из вмещающих пород при формировании месторождений. Так, А. Е. Карякин [1955] убедительно доказал, что при формировании хрустальных гнезд пьезокварцевых месторождений Приполярного Урала кремнезем и ряд других компонентов заимствовались из вмещающих пород и кварцевых жил. В статье А. В. Скропышева [1960], посвященной генезису гидротермальных месторождений исландского шпата в эффузивных породах Сибирской платформы, также указывается, что образование рудных тел происходило в основном за счет компонентов вмещающих пород.

Аналогичные явления наблюдаются и на месторождениях технического агата, расположенных в Ахалцихском районе Грузинской ССР, и на некоторых других месторождениях Закавказья.

В Ахалцихском районе месторождения расположены по северной и юго-западной его периферии в виде двух цепочек, вытянутых в направлении, близком к широтному. Северная группа месторождений пространственно связана с покровом, сложенным стекловатыми пироксеновыми андезитами смоляно-черного цвета, юго-западная группа находится в толще грубообломочных туфобрекчий. * Такая закономерность расположения агатопроявлений в периферических частях района обусловлена наиболее широким развитием здесь тектонических разрывных нарушений

* Специально влияние туфобрекчий на состав гидротермальных растворов не изучалось. Некоторые косвенные признаки (полости растворения, хлоритизация, цеолитизация и т. п.) указывают на явления, близкие наблюдаемым на севере района, но здесь они носят не столь ярко выраженный характер и изучение их затруднено резким колебанием состава и пористости туфобрекчий.

близ широтного простирания, которые служили подводящими каналами гидротермальных растворов, и присутствием легкопроницаемых химически активных пород, содержащих большое количество открытых полостей, в которых была возможна кристаллизация халцедона и сопутствующих ему минералов [Аркадьев, 1963; Шаронов, 1960, 1963].

Покров, в котором находятся месторождения технического агата, имеет удлиненную линзовидную форму и завершает собой разрез среднеэоценовой вулканогенно-осадочной толщи. Прослеживается он более чем на 30 *км* при средней мощности около 400 *м*. Лежит покров в южном круто падающем на юг крыле крупной асимметричной антиклинали, и благодаря крутому падению эрозионный срез обнажает его торцевую часть [Шаронов, 1960].

Смоляно-черные андезиты покрова повсеместно несут следы интенсивного дробления, которые выражаются в образовании зон брекчирования, трещиноватости и перетирания. Мощность таких тектонических зон колеблется от долей метра до нескольких десятков метров, а протяженность достигает нескольких сотен метров. Располагаются они в основном параллельно контактам покрова и имеют простирание, близкое к широтному, и крутое южное падение. Наибольшее число зон дробления и брекчирования наблюдается в средней и южной (висячий бок) частях покрова и меньшее — в северной (лежачий бок). Относительно друг друга они расположены параллельно и кулисообразно.

Покров смоляно-черных андезитов пронизан многочисленными дайками и некками хорошо раскристаллизованных розово-серых андезитов и андезитоидных дацитов. Вслед за внедрением молодых субвулканических тел выделились гидротермальные растворы. Тесная пространственная связь с субвулканическими телами позволяет считать их производными одного магматического очага.

Отмеченные выше зоны дробления и брекчирования рассматриваются как оперяющие сколовые нарушения, сопровождающие крупные взбросы. Развитию их в покрове способствовала большая хрупкость стекловатых андезитов.

Гидротермальные растворы благодаря интенсивной дислоцированности смоляно-черных андезитов могли свободно циркулировать в покрове и имели с андезитами большую реакционную поверхность, что в значительной степени облегчало процессы их гидротермальной переработки. В покрове гидротермально измененные андезиты резко выделяются от исходных, так как приобретают светлую серовато-зеленую или желтозеленую окраску и рыхлое землистое сложение. Наиболее сильно смоляно-черные андезиты изменены в зонах дробления и брекчирования, на стенках трещин и около выделений агата, т. е. в местах, где циркуляция гидротермальных растворов наиболее активна. По мере удаления от каналов движения гидротермальных растворов степень изменения андезитов постепенно уменьшается.

Участки с повышенным содержанием агатовых тел обычно сильно дислоцированы. В них интенсивно проявлен гидротермальный метаморфизм, так что неизмененные разности пород встречаются в виде отдельных блоков-останцов. Объем сильно измененных андезитов на таких участках нередко превышает объем слабо измененных или неизмененных разностей. Интересно, что молодые андезиты и андезитоидные дациты не подверглись гидротермальному изменению. Это обусловлено их слабой дислоцированностью и большей раскристаллизованностью и, следовательно, большей устойчивостью и воздействию гидротермальных растворов.

Выделения агата (халцедона) и других сопутствующих ему минералов встречаются как в неизмененных или слабо измененных андезитах, так и в измененных разностях. В первом случае они расположены в газовых полостях и тектонических трещинах, во втором — в полостях растворения изометрически неправильной и жилообразной формы.

Исходные смоляно-черные андезиты характеризуются исключительно слабой раскристаллизованностью основной массы, которая имеет ярко выраженную перлитовую текстуру (рис. 1). Структура породы порфировая. Андезиты имеют большое количество шаровых и эллипсоидальных газовых полостей. Полости благодаря концентрическим трещинкам перлитовой отдельности и тектоническим трещинам образуют связанную

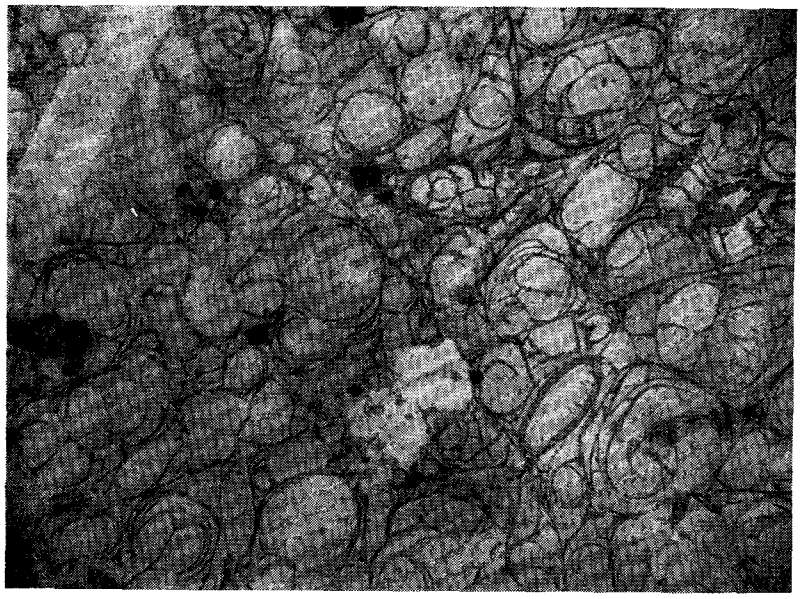


Рис. 1. Смоляно-черный андезит с хорошо выраженной перлитовой текстурой основной массы. Белое — вкрапленники плагиоклаза, серое — стекло, черное — магнетит. Николь 1, × 24.

систему. Диаметр газовых полостей от 0,3 до 20—30 *см*. Число их непостоянно и варьирует от десятков до нескольких сотен на 1 $м^3$ породы. Вследствие этого объемная масса породы колеблется от 1,800 до 2,500 $г/см^3$, в среднем 2,250 $г/см^3$ (по данным нескольких десятков замеров).

Смоляно-черные андезиты имеют следующий вещественный состав, %:

| | |
|---|---|
| Порфировые вкрапленники: | |
| андезин . . . . . | 5,0—12,0 |
| гиперстен . . . . . | 0,0—1,5 |
| авгит . . . . . | 0,0—0,5 |
| Микролиты плагиоклазов и полевых шпатов . . . . . | 0,0—5,0 |
| Вулканическое стекло среднего состава . . . . . | 85,0—95,0 |
| Рудный минерал (магнетит) . . . . | 1,0—2,0 |
| Итого . . . . . | 100 |

В слабо нарушенных блоках большая часть газовых полостей и трещин в смоляно-черных андезитах оказывается выполненной гидротермальными продуктами, среди которых — кремнистые яшмовидные образования зеленого цвета, опал, кахолонг, халцедон, горный хрусталь, аметист, кальцит, апофиллит, цеолиты (натролит, томсонит, ломонтит, десмин, сколецит, гейландит), гидроокислы железа и марганца. В общей массе этих минералов халцедон занимает подчиненное положение, но является единственным промышленным минералом.

В выделении минералов устанавливается определенная последовательность на основании порядка отложения минералов в полостях и трещинах, а также взаимного пересечения прожилков.

Первыми выделялись цеолиты (натролит, десмин, сколецит, томсонит, ломонтит), затем кремнистые яшмовидные образования, опал, кахолонг, халцедон, кварц и аметист. После выделения этой группы минералов опять начинают кристаллизоваться цеолиты (главным образом томсонит, ломонтит, гейландит) и апофиллит. Кальцит периодически кристаллизовался на протяжении всей минерализации.

Отмеченный порядок выделения минералов из гидротермальных растворов сугубо схематичен и отражает общую тенденцию. В отдельных случаях могут быть отклонения, но главное — в отсутствии примеров совместного выделения халцедона (в значительных количествах), цеолитов и апофиллита.

Количество привнесенных минералов иногда достигает 2—3% и более от общей массы породы. Объемная масса минерализованных андезитов * (образцы подбирались с примерно равным количеством газовых полостей по сравнению с исходными андезитами) по данным ряда замеров оказалась равной 2,311 *г/см*$^3$. Увеличение объемной массы обусловлено выполнением части газовых полостей гидротермальными минералами.

Процесс гидротермального изменения смоляно-черных андезитов по данным изучения под микроскопом начинался с того, что, проникая в породу по трещинкам перлитовой отдельности, растворы вступали во взаимодействие с вулканическим стеклом. Стекло очень легко разлагалось и постепенно от периферии перлов начинало замещаться микрозернистыми агрегатами цеолитов, кальцита, кварца, сферолитами халцедона и чешуйками хлорита. В конечном итоге все стекло замещалось мелкозернистыми агрегатами перечисленных выше минералов, сохраняя перлитовую текстуру (рис. 2). Реликты перлитовой текстуры устанавливаются даже в очень сильно измененных породах. Порфировые выделения плагиоклаза более устойчивы, чем стекло, и обычно подвергаются цеолитизации и карбонатизации после полного разложения вокруг них стекла.

Разложение и раскристаллизация стекла под воздействием гидротермальных растворов сопровождались значительной потерей породами вещества за счет перехода в раствор целого ряда компонентов. Это устанавливается по резкому уменьшению объемной массы измененных андезитов по сравнению с исходными (2,009—1,500 *г/см*$^3$).

Пересчеты химических анализов по окисно-объемному методу (табл. 1, 2 и 3) показывают, что гидротермальные растворы в большом количестве усваивали из окружающих пород окислы кремния, алюминия, щелочных и щелочно-земельных металлов. Особенно в большом количестве выносился кремнезем — до 400 *кг* из 1 *м*$^3$ породы. Этого количества более чем достаточно для образования не только промышленных концентраций халцедона, но и всех сопутствующих ему минералов. Содержание кондиционного технического агата на описываемых месторождениях не превышает 1 *кг* на 1 *м*$^3$ андезитов.

Колебание объемной массы исходных андезитов не допускает точного сравнения привноса и выноса вещества между минерализованными и гидротермально измененными андезитами, тем не менее полученные данные вполне соизмеримы (см. табл. 3).

Таким образом, гидротермальные растворы могли извлекать почти все компоненты, необходимые для кристаллизации халцедона, опала, кварца, цеолитов, кальцита и других минералов из вмещающих пород.

---

* Под минерализованными андезитами выделены совершенно неизмененные или очень слабо измененные разности, газовые полости и трещины в которых выполнены гидротермальными минералами.

Образование цеолитов происходит в условиях низких температур и давления в щелочной среде с высоким значением pH [Бутузова, 1964; Гвахария, 1952; Ермолова, 1955; Ферсман, 1939]. Широкое развитие цеолитов по вулканическому стеклу и плагиоклазам, а также кристаллизация цеолитов в открытых полостях и трещинах в начальный период гидротермальной деятельности, предшествовавшие отложению халцедона на Ахалцихских месторождениях агата, указывают на то, что гидротермальные растворы сначала имели щелочную реакцию. Как известно,

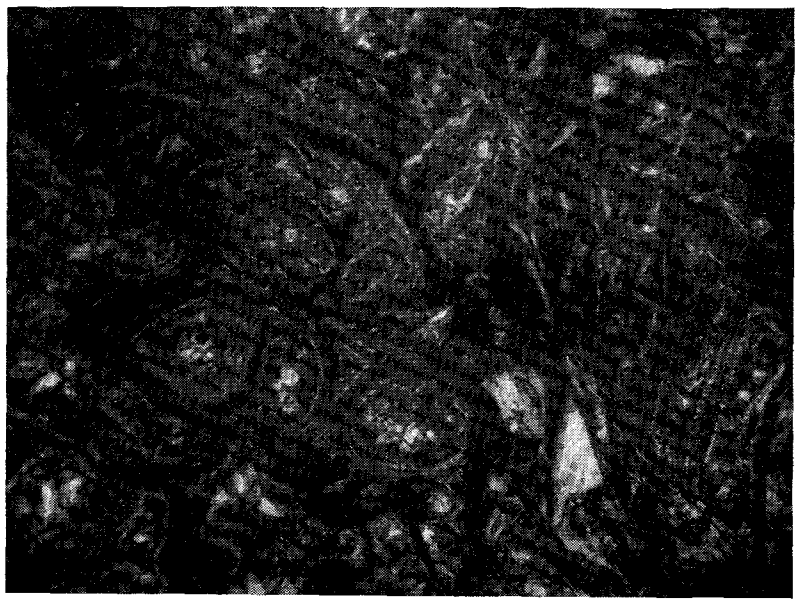


Рис. 2. Сильно гидротермально измененный андезит. Стекло замещено мелкозернистым агрегатом цеолитов, кварца, халцедона и кальцита. Хорошо видны реликты перлитовой текстуры. Николи +, × 24.

щелочные растворы способны активно растворять кремнезем. В начальный период гидротермальной деятельности как раз и происходило интенсивное выщелачивание его из андезитов. Растворы насыщались кремнеземом, и по мере насыщения характер растворов менялся от щелочных к слабо кислым. В этот период выделилась основная масса минералов группы кварца и почти не происходила кристаллизация цеолитов. После выделения кремнезема растворы вновь приобретали щелочной характер, и это вызывало новое цеолитообразование.

## ВЫВОДЫ

1. По характеру изменения вмещающих пород и ассоциации минеральных новообразований Ахалцихские месторождения технического агата — типичные низкотемпературные гидротермальные образования.

2. Минералообразование проходило при низких давлениях на небольших глубинах.

3. В процессе гидротермальной переработки вмещающих пород растворы могли извлекать из этих пород все необходимые компоненты для образования новых минералов, в том числе и халцедона.

4. Наличие гидротермально измененных пород в местах скопления агатовых тел — важный поисковый признак, так как установлена прямая связь между степенью гидротермального изменения пород и количеством содержащегося в них агата.

Таблица 1

**Результаты химических анализов агатоносных андезитов в пересчете на сухое вещество, вес. %**

| Компонент | Неизмененный андезит, неминерализованный (исходный) | Неизмененный и очень слабо измененный андезит с минерализованными газовыми полостями и трещинками (явный привнос вещества) | | | | | | | Сильно гидротермально измененный андезит с явными признаками растворения и выноса материала | | | | | Очень сильно измененный андезит |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Обр. 1 | Обр. 2 | Обр. 3 | Обр. 4 | Обр. 31 | Обр. 113 | Обр. 141 | Среднее | Обр. 5 | Обр. 6 | Обр. 32 | Обр. 46 | Среднее | Обр. 7 |
| $SiO_2$ | 59,38 | 64,13 | 64,72 | 63,36 | 64,63 | 64,27 | 63,78 | 64,03 | 64,28 | 61,90 | 62,61 | 60,94 | 62,24 | 60,52 |
| $TiO_2$ | 0,76 | 0,50 | 0,46 | 0,39 | 0,45 | 0,37 | 0,39 | 0,43 | 0,47 | 0,38 | 0,49 | 0,48 | 0,46 | 0,70 |
| $Al_2O_3$ | 13,80 | 15,31 | 14,72 | 14,98 | 15,83 | 15,32 | 15,77 | 15,29 | 15,64 | 15,09 | 17,47 | 17,06 | 16,28 | 16,54 |
| $Fe_2O_3$ | 2,62 | 1,85 | 1,21 | 1,53 | 2,27 | 1,19 | 0,89 | 1,49 | 2,60 | 2,72 | 3,35 | 3,16 | 2,95 | 3,03 |
| FeO | 4,00 | 1,61 | 2,29 | 2,06 | 0,73 | 1,50 | 1,99 | 1,69 | 0,39 | 0,62 | 0,15 | 0,33 | 0,37 | 0,28 |
| MnO | 0,18 | 0,13 | 0,10 | 0,13 | Следы | 0,08 | 0,16 | 0,10 | 0,05 | 0,09 | Следы | Следы | 0,03 | 0,02 |
| CaO | 4,90 | 2,64 | 2,58 | 3,04 | 2,28 | 1,84 | 1,66 | 2,33 | 4,45 | 4,18 | 3,57 | 4,29 | 4,11 | 3,70 |
| MgO | 1,95 | 1,29 | 1,13 | 1,15 | 0,98 | 0,78 | 0,90 | 1,04 | 1,49 | 1,61 | 1,87 | 1,58 | 1,64 | 3,57 |
| $K_2O$ | 3,14 | 3,79 | 3,96 | 3,17 | 4,40 | 4,96 | 4,78 | 4,16 | 4,25 | 2,20 | 2,83 | 2,93 | 3,04 | 1,61 |
| $Na_2O$ | 4,39 | 4,23 | 4,33 | 3,33 | 3,86 | 4,57 | 4,84 | 4,18 | 1,34 | 1,68 | 1,51 | 1,40 | 1,48 | 1,02 |
| $SO_3$ | 0,10 | 0,21 | Не опр. | Не опр. | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 0,21 | 0,38 | Не опр. | Не опр. | Не опр. | 0,38 | Не опр. |
| $P_2O_5$ | Не опр. | Не опр. | То же | То же | Следы | 0,10 | 0,11 | 0,07 | Не опр. | То же | Следы | Следы | Следы | То же |
| П. п. п. | 4,78 | 4,31 | 4,50 | 6,86 | 4,57 | 5,02 | 4,73 | 4,98 | 4,66 | 9,53 | 6,15 | 7,83 | 7,02 | 9,01 |
| Сумма | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| $H_2O_{гигр.}$ | 2,30 | 3,60 | 1,38 | 2,76 | 2,53 | 0,47 | 0,72 | 1,74 | 7,50 | 4,40 | 7,04 | 7,22 | 6,54 | 8,34 |
| Объемная масса, $г/см^3$ | 2,250 | 2,260 | 2,320 | 2,260 | 2,324 | 2,315 | 2,385 | 2,311 | 1,930 | 1,730 | 1,844 | 2,009 | 1,878 | 1,500 |

Примечание. Обр. 1, 2 и 5 анализировались в НИИкерамики; обр. 3, 4, 6 и 7 во ВСЕГЕИ; обр. 31, 32, 46, 113 и 141 во ВНИИасбестцемент.

Таблица 2

**Количество окислов и других компонентов в 1 $м^3$ агатоносных андезитов, *кг***

| Компонент | Обр. 1 | Обр. 2 | Обр. 3 | Обр. 4 | Обр. 31 | Обр. 113 | Обр. 141 | Среднее, обр. 2-141 | Обр. 5 | Обр. 6 | Обр. 32 | Обр. 46 | Среднее, обр. 5-46 | Обр. 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 1336,0 | 1449,3 | 1501,5 | 1431,9 | 1502,0 | 1487,8 | 1521,2 | 1479,7 | 1240,6 | 1070,9 | 1154,5 | 1224,3 | 1168,3 | 907,8 |
| $TiO_2$ | 17,1 | 11,3 | 10,7 | 8,8 | 10,5 | 8,6 | 9,3 | 9,9 | 9,1 | 6,6 | 9,0 | 9,6 | 8,6 | 10,5 |
| $Al_2O_3$ | 310,5 | 346,1 | 341,5 | 338,6 | 367,9 | 354,7 | 376,1 | 353,4 | 301,9 | 261,0 | 322,2 | 342,8 | 305,5 | 248,1 |
| $Fe_2O_3$ | 59,0 | 41,8 | 28,1 | 34,6 | 52,7 | 27,5 | 21,2 | 34,4 | 50,2 | 47,1 | 61,8 | 63,5 | 55,4 | 45,4 |
| FeO | 90,0 | 36,4 | 53,1 | 46,6 | 17,0 | 34,7 | 47,5 | 39,0 | 7,5 | 10,7 | 2,8 | 6,6 | 6,9 | 4,2 |
| MnO | 4,0 | 2,9 | 2,3 | 2,9 | Следы | 1,9 | 3,8 | 2,3 | 1,0 | 1,6 | Следы | Следы | 0,6 | 0,3 |
| CaO | 110,2 | 59,7 | 59,8 | 68,7 | 53,0 | 42,6 | 39,6 | 53,8 | 85,9 | 72,3 | 65,8 | 86,2 | 77,2 | 55,5 |
| MgO | 43,9 | 29,2 | 26,2 | 26,0 | 22,8 | 18,1 | 21,5 | 24,0 | 28,8 | 27,8 | 34,5 | 31,7 | 30,8 | 53,6 |
| $K_2O$ | 70,6 | 85,6 | 91,9 | 71,6 | 102,2 | 114,8 | 114,0 | 96,1 | 82,0 | 38,0 | 52,2 | 58,9 | 58,1 | 24,2 |
| $Na_2O$ | 98,8 | 95,6 | 100,5 | 75,3 | 89,7 | 105,8 | 115,4 | 96,6 | 25,8 | 29,1 | 27,8 | 28,1 | 27,8 | 15,3 |
| $SO_3$ | 2,3 | 4,7 | — | — | — | — | — | 4,7 | 7,3 | — | — | — | 7,1 | — |
| $P_2O_5$ | — | — | — | — | Следы | 2,3 | 2,6 | 1,6 | — | — | Следы | — | Следы | — |
| П. п. п. | 107,6 | 97,4 | 104,4 | 155,0 | 106,2 | 116,2 | 112,8 | 115,1 | 89,9 | 164,9 | 113,4 | 157,3 | 131,7 | 135,1 |
| Сумма | 2250,0 | 2260,0 | 2320,0 | 2260,0 | 2324,0 | 2315,0 | 2385,0 | 2310,6 | 1930,0 | 1730,0 | 1844,0 | 2009,0 | 1878,0 | 1500,0 |

Таблица 3

**Баланс привноса (+) и выноса (—) компонентов при сравнении неизмененных, минерализованных и гидротермально измененных агатоносных андезитов, *кг/м*³**

| Компонент | Обр. 2-1 | Обр. 3-1 | Обр. 4-1 | Обр. 31-1 | Обр. 113-1 | Обр. 141-1 | Среднее (обр. 2-141)—обр. 1 | Обр. 5-1 | Обр. 6-1 | Обр. 32-1 | Обр. 46-1 | Среднее, (обр. 5-46)—обр. 1 | Обр. 7—обр. 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ . . . . . | +113,3 | +165,5 | +95,9 | +166,0 | +151,8 | +185,2 | +143,7 | —95,4 | —265,1 | —181,5 | —111,7 | —167,7 | —428,2 |
| $TiO_2$ . . . . . | —5,8 | —6,4 | —8,3 | —6,6 | —8,5 | —7,8 | —7,2 | —8,0 | —10,5 | —8,1 | —7,5 | —8,5 | —6,6 |
| $Al_2O_3$ . . . . . | +35,6 | +31,0 | +28,1 | +57,4 | +44,2 | +65,6 | +42,9 | —8,6 | —49,5 | +11,7 | +32,3 | —5,0 | —62,4 |
| $Fe_2O_3$ . . . . . | —17,2 | —30,9 | —24,4 | —6,3 | —31,5 | —37,8 | —24,6 | —8,8 | —11,9 | +2,8 | +4,5 | —3,6 | —13,6 |
| FeO . . . . . | —53,6 | —36,9 | —43,4 | —73,0 | —55,3 | —42,5 | —51,0 | —82,5 | —79,3 | —87,2 | —83,4 | —83,1 | —85,8 |
| MnO . . . . . | —1,1 | —1,7 | —1,1 | —4,0 | —2,1 | —0,2 | —1,7 | —3,0 | —2,4 | —4,0 | —4,0 | —3,4 | —3,7 |
| CaO . . . . . | —50,5 | —50,4 | —41,5 | —57,2 | —67,6 | —70,6 | —56,4 | —24,3 | —37,9 | —44,4 | —24,0 | —33,0 | —54,7 |
| MgO . . . . . | —14,7 | —17,7 | —17,9 | —21,1 | —25,8 | —22,4 | —19,9 | —15,1 | —16,1 | —9,4 | —12,2 | —13,1 | +9,7 |
| $K_2O$ . . . . . | +15,0 | +21,3 | +1,0 | +31,6 | +44,2 | +43,4 | +25,5 | +11,4 | —32,6 | —18,4 | —11,7 | —12,5 | —46,4 |
| $Na_2O$ . . . . . | —3,2 | +1,7 | —23,5 | —9,1 | +7,0 | +16,6 | —2,2 | —73,0 | —69,7 | —71,0 | —70,7 | —71,0 | —83,5 |
| $SO_3$ . . . . . | +2,4 | —2,3 | —2,3 | —2,3 | —2,3 | —2,3 | Следы | +5,0 | —2,3 | —2,3 | —2,3 | +4,8 | —2,3 |
| $P_2O_5$ . . . . . | — | — | — | — | +2,3 | +2,6 | +2,4 | — | — | — | — | — | — |
| П. п. п. . . . . | —10,2 | —3,2 | +47,4 | —1,4 | +8,6 | +5,2 | +1,6 | —17,7 | +57,3 | +5,8 | +49,7 | +24,1 | +27,5 |
| Сумма . . . . . | +10,0 | +70,0 | +10,0 | +74,0 | +65,0 | +135,0 | +7,5 | —320,0 | —520,0 | —406,0 | —241,0 | —372,0 | —750,0 |

## ЛИТЕРАТУРА


А р к а д ь е в Н. А. Геологические предпосылки поисков месторождений технического агата на примере района Закавказья. Изв. МВО СССР, серия геол. и разв., № 9, 1963.

Б у т у з о в а Г. Ю. К познанию цеолитов гейландитовой группы. Литология и пол ископ., № 5, 1964.

В а н ю ш и н С. С. Технический агат в СССР и задачи изучения его сырьевой базы. Зап. ВМО, ч. 67, № 1, 1938.

Г в а х а р и я Г. В. Цеолиты Грузии. Изд-во АН Груз. ССР, 1952.

Г о р б у н о в С. С. Об одной морфологической особенности агатов. Тр. Ин-та геол. и минер. Изд-во АН ГрузССР, 1951.

Е р м о л о в а Е. П. Анальцим и морденит в олигоценовых и миоценовых отложениях Западного Закавказья. Тр. Минер. музея АН СССР, вып. 7, 1955.

К а р я к и н А. Е. Вмещающие породы — источник материала для минералов хрустальных гнезд. Зап. ЛГИ, т. 30, вып. 2, 1955.

С к р о п ы ш е в А. В. О генезисе месторождений исландского шпата Сибирской платформы. Тр. ВСЕГЕИ, новая сер., Мат-лы по геол. местор. неметалл. пол. ископ., вып. 29, 1960.

Ф е р с м а н А. Е. Геохимия, Т. IV. Госхимиздат, 1939.

Ш а р о н о в Б. Н. Особенности строения агатоносного андезитового покрова в Ахалцихском районе Грузии. Тр ВНИИП, т. III, вып. 2, 1960.

Ш а р о н о в Б. Н. Трубчатый агат и условия его образования. Зап. ВМО, ч. 92, вып. 3, 1963.