

УДК 550.4

ГЕОХИМИЯ

Р. Г. Геворкян, Г. О. Григорян

О поведении кремния и алюминия при кристаллизации щелочно-
 земельных вулканических дифференциатов в Кафанском
 рудном поле (Армянская ССР)

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 20/VI 1971)

Результаты исследования особенностей поведения кремния и алюминия в условиях колебаний давления, температуры и щелочности в расплавах связанных с юрским вулканизмом ⁽¹⁾ в Кафанском рудном поле могут восполнить наши представления о геохимических процессах, протекающих при становлении щелочно-земельной серии пород типа кварцевых порфиров и др., с которыми тесно ассоциируют медное и полиметаллическое оруденение.

Ранее установлена ⁽²⁾ существенная роль изменчивости давления паров воды и появление в связи с этим двух «баро-фаций» пород в соответствии с известным «геохимическим барометром Борхерта» ⁽³⁾. Колебаниям давления летучих компонентов в расплаве в свою очередь обязаны также последующие смещения уровней щелочности, температур кристаллизации и коэффициентов растворимости кремнезема.

Во всех этих многообразных и сложных процессах значительная роль отводится кремнию и алюминию. Ниже, на основе сопоставления данных петролого-геохимических исследований с результатами эксперимента оценены влияния давления, щелочности и температуры на поведение последних ⁽²⁻⁴⁾.

Кремний. Содержание кремнезема колеблется от 50,88% в авгитовом порфирите и 53,50% в кварцевом порфирите «барабатурского типа» до 73,96% — в кварц-порфире и 77,60% — в альбитофире (данные взяты из силикатных анализов по данным Г. О. Григоряна).

Петрографически кварц входит в структурную группу вкрапленников и частично основной массы, образуя в первой за частую прекрасно ограниченные крупные бипирамидальные слегка корродированные кристаллы ⁽⁵⁾, составляющие значительную долю особенно среди кварцевых порфиров. Условия образования бипирамидального кварца служили предметом специального обсуждения ⁽⁵⁾.

Исходя из возможности приложения к вулканической системе Кафана «геологического барометра Борхерта» ⁽²⁾, нами были оценены колебания давления для данного случая. Из результатов работы видно, что в период раскрыwania жерла или трещины вулкана резко падало давление водяных паров в камере и, наоборот, их закупорка вела к наращиванию давления. Соответственно это выражалось в появлении двух барофаций пород кварцевых порфиров и кварцпорфиров, альбитофиров.

О степени воздействия давления при образовании всей гаммы пород Кафанского района свидетельствуют также проявления резких колебаний отношений закиси железа и его окиси в соответствии с экспериментами ⁽³⁾ в системе $\text{FeO—Fe}_2\text{O}_3\text{—H}_2\text{O}$ и данными химического анализа.

В зависимости от давления меняется растворимость летучих компонентов расплава и его состав. Экспериментальные данные по растворимости летучих в расплавах свидетельствуют о том, что они более чувствительны к колебаниям давления, чем к изменениям температуры. Понижение температуры в целом приводит к повышению растворимости летучего вещества, а понижению давления отвечает обратный эффект.

Лаффит ⁽⁴⁾ также высказал предположение, что при геологической интерпретации растворимости, изученной в эксперименте ^(2, 5), основной упор следует делать на изменение растворимости в зависимости от давления, а не от температуры. В зависимости от смещения коэффициентов растворимости вполне подвижных компонентов от давления последует изменение кислотности-щелочности растворов, как это следует из экспериментов Мори и Хессельгессера ⁽⁶⁾ и теории ^(7, 8).

В этой ситуации главными конечными для системы параметрами в цепи указанных зависимостей остаются величина коэффициента растворимости и рН растворов. Это четко видно на рис. 1, где приведены за-

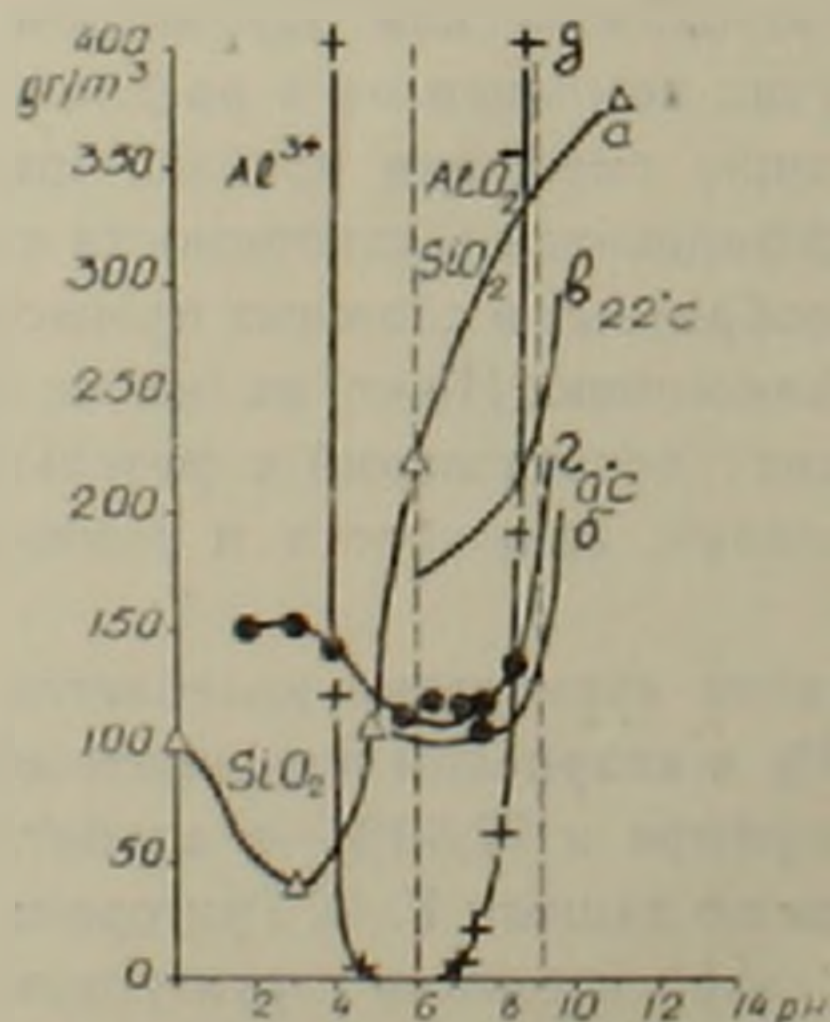


Рис. 1. Растворимость кремнезема и алюминия в зависимости от значений рН (по данным различных авторов ⁽²⁾). а—растворимость кремнезема по Корренсу; б—растворимость кремнезема по Окамото при 0°C; в—растворимость кремнезема при 22°C по Окамото; г—растворимость кремнезема по Александеру; д—растворимость алюминия по Брауну

зависимости эмпирических кривых растворимостей кремнезема и алюминия от pH. С этой точки зрения нами рассмотрены положения и формы соответствующих кривых для пород Кафанского района в равноценных координатах:

$\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ и $\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, вес. % (рис. 2, а, б).

Для кремнезема (рис. 2, а) в условиях постепенного термического охлаждения кривые растворимости будут повторять друг друга в узком интервале температур от ΔT_1 до ΔT_2 . Причем диапазон ΔT кристаллизации очевидно не превышает 100—200°C.

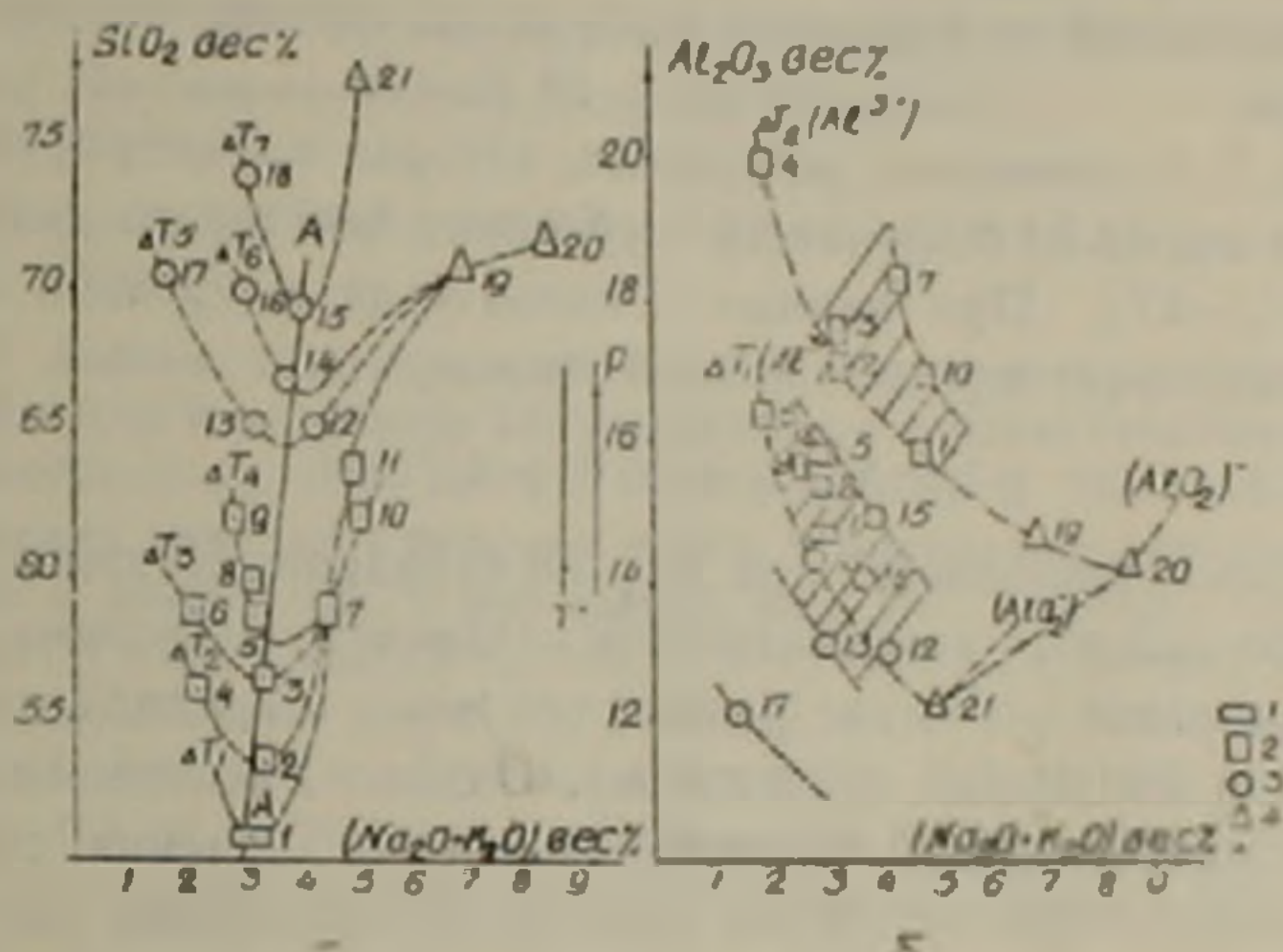


Рис. 2. Зависимости поведения кремнезема (а) и глинозема (б) от содержания щелочей в вулканических породах Кафанского рудного поля 1—порфирит; 2—кварцевый порфирит; 3—кварцпорфир; 4—альбитофир. Цифры—номера анализов по данным Г. О. Григоряна

Мори и Хассельгессер (6) показали, что растворимость щелочных силикатов в воде в условиях надкритических температур велика, однако она резко падает при понижении давления.

С этой точки зрения известное воздействие колебаний давления на растворимость кремнезема и уровень щелочности объясняет выпадение раннего бипирамидального кварца из водных растворов при его понижении и последующее корродирование кристаллов с возрастанием давления летучих в магматической камере. Отсюда следует, что наибольшие потери растворимости кремнезема необходимо ожидать в интервале наименьших значений щелочности пород (левые ветви изотерм $\Delta T_1 - \Delta T_2$). По всей вероятности к этому же уровню щелочности приурочивается и дискретное выпадение бипирамидального кварца даже в расплаве, не обладающем слишком высоким валовым содержанием кремнекислоты (например, кварцевые порфиры).

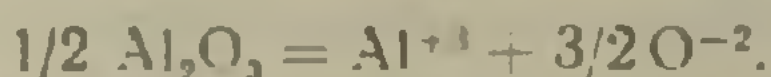
Следовательно, можно полагать наибольшее выпадение кристаллов раннего кварца в некоторой минимальной точке А изотермического сечения, за которой затем следует параллельное возрастание щелочности и содержания кремнекислоты, т. е. резко возрастает растворимость крем-

незема, сводящая на нет интенсивный процесс выпадения кристаллов кварца в раннюю стадию пониженных значений давления и коэффициентов растворимостей.

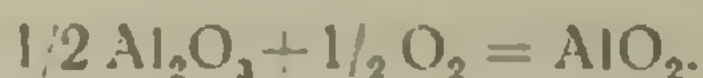
Алюминий. Влияние щелочности и температуры на поведение алюминия в соответствии с теорией Л. Л. Перчука ⁽⁸⁾ при кристаллизации щелочно-земельного расплава обсуждалось нами ранее ⁽⁹⁾. Анализ зависимости глиноземистости от щелочности и температуры кристаллизации пород Кафанского района также подтверждает закономерности, вскрытые теорией ⁽⁸⁾ и нами ^(9, 10).

В отличие от предыдущего случая, как мы видели, щелочность не является независимым параметром, а строго зависит от давления в камере вулкана.

На рис. 2, б приведена диаграмма, которая иллюстрирует характер зависимости пород от щелочности в условиях некоторого диапазона температур $\Delta T_1 - \Delta T_2$. При данных температурах и уровнях щелочности глинозем ионизирует в расплаве по основному типу:



Возрастание щелочности при ΔT_1 по «принципу Коржинского» ведет к повышению валовых коэффициентов активности глинозема и он осаждается из расплава в составе ранних основных и средних плагиоклазов (порфириды и кварцевые порфириды). Однако дальнейшее повышение щелочности, достигаемое вследствие увеличения давления, создает предпосылки для ионизации на уровне составов альбитофиров уже по кислотному типу:



Аналогичная картина наблюдается при более низкой температуре ΔT_2 . В обоих случаях изменение температуры привело «изотермы» ΔT_1 и ΔT_2 к области более высокой щелочности и низких значений глиноземистости в точках e_1 и e_2 , приближающихся к «изоэлектрической точке» глинозема ⁽¹⁰⁾.

Показанное еще раз подтверждает возможность достижения глиноземом и другими амфолитами ⁽¹⁰⁾ в условиях нарастающего давления изоэлектрической точки в расплавах (магмах) и возможность смещения этих точек с изменением температуры.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Н. Ч. ЧԵԿՈՐՉԵԱՆ, Զ. Զ. ՆՐԻԳՈՐՅԱՆ

Կայծերի և ալյումինիումի վառագիծը Ղափանի հանքային դաշտի ալկալոսնոդային հրաբխային դիֆերենցիատների բյուրեղացման ժամանակ

Հոդվածում լուսարանված է կայծերի և ալյումինիումի վառագիծը Ղափանի հանքային դաշտի ալկալոսնոդային հրաբխային ապարների բյուրեղացման ժամանակ:

Կատարված ուսումնասիրությունները հեղինակներին հանգեցրեց այն եզրակացության, որ կայծրարի և ալյումինիումի վարքագիծն այդ բարդ պրոցեսներում պայմանավորված է ջրի գոլորշիների ճնշման փոփոխությամբ և դրա հետ կապված երկու տարբեր «բարո-ֆացիաների» առաջացմամբ:

Ցնդող կոմպոնենտների ճնշման փոփոխության հետ է կապված ալկալականության մակարդակի, շերմաստիճանի և լուծման դործակիցների փոփոխությունները:

Այդ (փաստերով) գործոններով է ղեկավարվում քիպիրամիդային քվարցի բյուրեղների նստեցումը և նրանց կոռոզիան:

Ալյումինիումի վարքագիծը նման է այն համապատասխան էֆեկտներին, որոնք առաջանում են, երբ նա անցնում է այսպես կոչված «իզոէլեկտրական կետի» միջով՝ համապատասխան Պերչուկի թեորիայի:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. П. Лебедев, Э. Г. Малхасян, Юрский вулканизм Армении, Изд. «Наука», 1965. ² Borchert, Der Wert gesteins- und lagerstättengenetischer Forschung für die Geologie und Rohstoffnutzung.—Ber. deutsch. Geol. Wiss., 13, 1, В., 1968. ³ Дж. К. Кеннеди, Равновесие между летучими и окислами железа в изверженных породах. Сб. Вопросы физико-химии в минералогии и петрографии, Изд. ИЛ, М., 1950. ⁴ Т. С. Ловеринг, Бюллетень ОНТИ ВИМС, вып. 15, М., 1962. ⁵ Э. Г. Малхасян, Записки Арм. отд. ВМО, № 1, 1959. ⁶ Дж. В. Мори, Дж. М. Хессельгессер, В сб. «Экспериментальные исследования в области петрографии и рудообразования», Изд. ИЛ, М., 1951. ⁷ В. В. Щербина, ДАН СССР, т. 173, № 5 (1967). ⁸ Л. Л. Перчук, «Геохимия», № 11, 1964. ⁹ Р. Г. Геворкян, ДАН СССР, т. 176, № 2 (1967). ¹⁰ Р. Г. Геворкян, «Геохимия», № 12, 1968.