

Купенко В.И.

Донецкий Государственный Технический Университет

К ИСТОРИИ САМОРОДНОГО АЛЮМИНИЯ

Алюминий по-своему уникален. Это самый распространенный в природе металл и третий вслед за кислородом и кремнием по распространенности химический элемент. Его среднее содержание в земной коре (кларк) превышает 8%. Вместе с тем до конца XIX века алюминий получали в крайне малых количествах и, в связи с этим, его можно было отнести к редким металлам.

В.И. Вернадский отнес алюминий к геохимическому циклу кремния. Его самая основная черта, также как и кремния – резкое преобладание стойких кислородных соединений [1]. Обнаруженный в последние годы самородный алюминий чрезвычайно редок, однако его изучение важно для решения вопросов генетической минералогии.

Алюминий входит в состав породообразующих минералов магматического и метаморфического происхождения, из которых он переходит в продукты химического выветривания. Подавляющее большинство минералов алюминия относится к силикатам и алюмосиликатам. Выделение последнего класса связано с особой ролью алюминия, который может занимать место катиона, и входить в качестве кристаллохимического аналога кремния в анионную группу. Его специфическая в этом отношении роль впервые была установлена в 1827 г. шведским химиком и минералогом И.Я. Берцелиусом на основании чисто химических исследований. Роль алюминия в строении силикатов детально рассмотрена в магистерской диссертации В.И. Вернадского «О группе силлиманита и роли глинозема в силикатах», защищенной в 1891 г. Работа базировалась на материалах наблюдений природного разрушения минералов и экспериментальных ис-

следованиях. Появление в 1912 году рентгеноструктурного метода позволило разрешить проблему химической конституции силикатов. Одинаковая роль кремния и алюминия, предугаданная с гениальной интуицией В.И. Вернадским, не только подтвердилась, но и лежит в основе современной кристаллохимии силикатов.

Трудности восстановления алюминия связаны с его высокой химической активностью. Металлический алюминий не окисляется на воздухе полностью только по причине образования на поверхности тонкого плотного слоя гидрата окиси.

Одно из первых упоминаний способа получения металлического алюминия действием металлического калия на хлористый алюминий принадлежит немецкому химику Ф. Велеру (1827 г.). В 50-х годах XIX века 1 кг алюминия стоил около 500 рублей. Промышленный электролитический способ, открытый в 1886 году, и сопряженный с большими расходами электрической энергии, привел к последовательному удешевлению металла. В настоящее время мировое потребление алюминия приближается к 30 млн. тонн в год. Разработка руд этого металла вносит заметный вклад в преобразование биосферы в ноосферу.

Самородный алюминий обнаружен автором в рудах Никитовского рудного поля в конце 1978 года. Несколько раньше якутские исследователи Б.В. Олейников и др. опубликовали сообщение о самородном алюминии из траппов сибирской платформы [2], которое послужило поводом для широкой дискуссии. Академик В.С. Соболев указал на возможность дезинформации в связи с нереально низкой активностью кислорода, необходимой для предложенных моделей генезиса алюминия [3]. Потребовались дополнительные полевые и лабораторные исследования, направленные на исключение возможности загрязнения проб техногенным металлом. Они были проведены нами совместно с Е.Г. Осадчим.

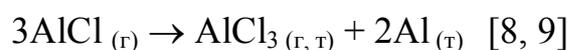
Был изучен алюминий трех участков Никитовского рудного поля:

Черная Курганка, Полукупол Новый, Чегарники. Он имеет вид мелких – до 0,5 мм выделений, заполняющих пустотки среди кварца и проникающих в тончайшие микротрещины и каверны. Реже алюминий встречается непосредственно в киновари или на ее контакте с кварцем. В процессе работы обнаружили интересные особенности Никитовского алюминия. В частности, он представлен так называемыми нитевидными кристаллами. Такие кристаллы, в отличие от обычных, лишены дефектов кристаллической решетки. В связи с этой особенностью они обладают рядом уникальных свойств, как физических, так и химических. В частности, нитевидные кристаллы отличаются в десятки раз более высокой стойкостью к окислению при нагревании до сотен градусов. Твердость никитовского алюминия в 4-5 раз превышает твердость искусственного монокристалла.

Результаты были представлены на конференции «Самородное минералообразование в магматическом процессе», состоявшейся в г. Якутске в 1981 году [4]. Не совсем обычным было предложение оргкомитета представить образцы и аншлифы для просмотра желающими. На конференции прозвучали доклады о находках алюминия на ряде месторождений Урала, Кавказа, Узбекистана [5] и в пробах лунного грунта [6]. В последнем случае на поверхности частичек лунного алюминия отмечен налет галита, сильвина и примазки силикатного стекла. Авторы сообщения предположили восстановление металла под действием импактных процессов и солнечного ветра на поверхности Луны. В результате конференция способствовала признанию самородного алюминия новым минералом. Вместе с тем вопрос о генезисе остался открытым.

Идея новой модели генезиса алюминия возникла по аналогии с германием. Этот химический элемент был предсказан Д.И. Менделеевым в 1871 году под названием экасилиция, указывающим на сходство с кремнием. Германий отличается также кристаллохимическим сходством с алюминием. В 1886 году он был открыт профессором Фрайбергской горной акаде-

мии К. Винклером в минерале аргиродите Ag_8GeS_6 . Наши совместные с профессором той же академии В. Шреном исследования показали повышенное содержание германия в кварце Никитовского рудного поля [7]. Для Рудных гор (Германия) ранее был предположен перенос германия в виде летучего соединения GeF_4 . Такой механизм, по-видимому, возможен и для алюминия. В рудах Никитовского рудного поля отмечены повышенные в 5-7 раз по сравнению с фоновыми содержания фтора. Однако, поскольку флюорит обнаружен только в виде единичных зерен, предполагалось участие в переносе алюминия хлористых соединений. Термодинамические расчеты, проведенные Е.Г. Осадчим с соавторами, показали, что такая модель снимает связанные с относительно высокой активностью кислорода ограничения. Соединение низшей валентности $AlCl$ может образоваться при взаимодействии основного расплава с породами, содержащими SiO_2 и $NaCl$. Образование алюминия происходит при диспропорционировании по схеме:



Дополнительное подтверждение модели было получено неожиданно. Немецкий химик В. Якоб заинтересовался свидетельством Плиния Старшего о том, что у императора Тиберия имелась чаша из похожего на серебро легкого металла, полученного из «глинистой земли». Сравнительно недавно изученные украшения на гробнице китайского полководца Чжоу-Чжу (III век н.э.) оказались состоящими на 85% из алюминия. При исследовании В. Якобом литературы середины XIX века был найден примитивный способ получения алюминия путем нагревания в глиняном тигле до красного каления смеси глины с угольным порошком и выпаренной из морской воды солью. Образующийся на поверхности тигля шлак содержит шарики металлического алюминия. Выход металла при этом невелик, однако, это реальный способ, доступный древним металлургам [10]. Сходство описанной технологии с предложенной нами моделью образования са-

мородного алюминия представляется достаточно очевидным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. Кремний и силикаты в земной коре // Избранные соч. – т.1 М.: изд-во АН СССР. – 1954. – С.98-147.
2. Олейников Б.В., Округин А.В., Лескова Н.В. Петрологическое значение находок самородного алюминия в базитах // ДАН. – 1978. – т. 243, № 1. – С. 191-194.
3. Соболев В.С. Новая опасность дезинформации в результате загрязнения проб посторонними минералами и техническими продуктами. // Зап. Всесоюзн. мин. общ-ва. – 1979. – т. 108, вып. 6. – С.691-695.
4. Купенко В.И., Осадчий Е.Г. Самородный алюминий в рудах Никитовского месторождения // Самородное минералообразование в магматическом процессе / Тез. докл. – Якутск, 1981. – С.87-90.
5. Новгородова М.И. Самородные металлы в рудах гидротермального генезиса // Самородное минералообразование в магматическом процессе / Тез. докл. – Якутск, 1981. – С.12-15.
6. Ашихмина М.А. и др. Исследование частички лунного самородного алюминия // ДАН. – 1981. – т. 256, № 4. – С. 951-954.
7. Корчемагин В.А., Купенко В.И., Панов Б.С., Шрен В. К распределению германия в кварцах Донбасса и Рудных гор (ГДР) // Геохимия. – 1978. – № 7. – С.1084-1087.
8. Осадчий Е.Г., Купенко В.И. и др. К вопросу о происхождении самородного алюминия // ДАН. – 1982. – т. 266, № 5. – С. 1270-1273.
9. E. Osadchii, Y. Alekhin, V. Kупenko. Ein model für die Building von elementeren Aluminium. // Chem. Erde. – 1986. - № 45. – С. 231-237
10. Jacob W. // Wissenschaft und Fortschritt. – 1980. – № 2.