

**КРИСТАЛЛОХИМИЯ СИЛИКАТОВ И АЛЮМОСИЛИКАТОВ
С ТРУБЧАТЫМИ (Si, Al)-O РАДИКАЛАМИ****А.Ф.ШИРИНОВА, К.Г.РАГИМОВ, М.И.ЧЫРАГОВ***Бакинский Государственный Университет**e-mail:mchiragov@yandex.ru*

В статье в аспекте генетической кристаллохимии, анализируются структуры силикатов и алюмосиликатов с трубчатыми тетраэдрическими радикалами. В результате сравнительного кристаллохимического анализа выявлено, что трубчатые радикалы формируются в результате полимеризации цепочечных тетраэдрических радикалов или образуются из родоначальных структурных миналов, где наследственность минала сохраняется в конечном тетраэдрическом мотиве. Проведенный кристаллохимический анализ позволяет проследить генетическую связь между структурами силикатов с трубчатыми радикалами и моделировать новые сложные структуры с подобными радикалами.

В статье в аспекте генетической кристаллохимии, анализируются структуры силикатов и алюмосиликатов с трубчатыми тетраэдрическими радикалами.

Трубчатые тетраэдрические радикалы имеют одномерную периодичность и характеризуются значениями периода идентичности и химическим составом данного периода. Трубчатые тетраэдрические радикалы от других тетраэдрических мотивов отличаются по форме полимеризации $(Si,Al)O_4$ тетраэдров, где соотношения Т:О, как у слоистых силикатов Т:О = 2:5. Эти особенности связаны с тем, что в радикалах каждый тетраэдр имеет одну свободную вершину. Подобные радикалы создают ствол колодец, который отличается по количеству тетраэдров в сечениях ствола, т.е. характеризуются 4-ех, 6-ти, 8-ми и 12-ти членными тетраэдрическими сечениями.

В структурах силикатов и алюмосиликатов с трубчатые (Si,Al) - O радикалы встречаются в изолированном и конденсированном виде. Сравнительный кристаллохимический анализ выявил, что трубчатые радикалы формируются двумя способами:

1.Трубчатые радикалы образуются в результате полимеризации цепочных тетраэдрических радикалов, где четко наблюдается структурная наследственность цепочек.

2.Трубчатый радикал является составной частью более сложных алюмокремнекислородных каркасов. Данный структурный тип рассматривается в двух аспектах:

а) алюмокремнекислородный тетраэдрический каркас формируется из трубчатых (Si,Al) - О радикалов, где колодцы не имеют общие тетраэдры с соседними колодцами и связаны вершинами тетраэдров;

б) алюмокремнекислородный тетраэдрический каркас образуется из родоначальных структурных миналов, где наследственность минала сохраняется в конечном тетраэдрическом мотиве.

В последних разновидностях колодцы так же не имеют общие тетраэдры и между собой связаны только через вершины тетраэдров.

Радикалы первого типа, в основном, формируются из волластонитовых и батиситовых цепочек.

В структуре канасита $K_3Na_3Ca_5(Si_{12}O_{30})(OH)_4(1)$, трубчатый радикал из четырех волластонитовых цепочек или из двух ксонотлитовых или окенитовых лент, образует ствол-колодец с восьмиугольным входным отверстием. Восьмиугольные тетраэдрические окна расположены в стенках ствола, стягивающего соседние Ca, Na – октаэдрические зигзагообразные стенки, где тетраэдрические пустоты заполняются атомами калия.

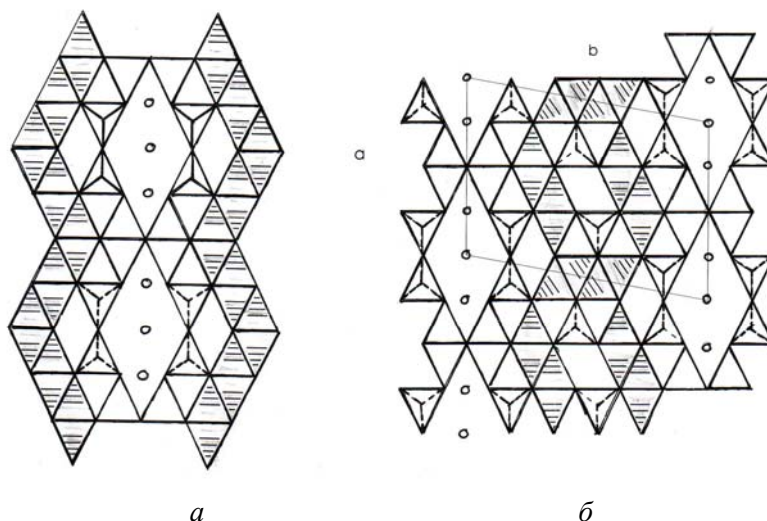


Рис. 1. Кристаллическая структура канасита (а) и майзерита (б)

В структуре майзерита(2) $K_3Ca_{10}(Ca,Y)_2(Si_{12}O_{30})(Si_2O_7)_2(OH)_2 \cdot H_2O$ вместо зигзагообразного октаэдрического блока канасита располагается структурный блок типа розенбушита (3). Последний формируется из двойных октаэдрических колонок, в пустотах которого располагаются диортогруппы $/Si_2O_7/$. Эквивалентные структурные блоки связываются с канаситовым Si-O радикалом, в пустотах которого располагаются атомы калия и молекулы воды (рис.1). Если из структуры майзерита убрать трубчатый радикал с составом $/Si_{12}O_{30}/$ и связать структурные блоки, то в результате подобной полимеризации получают структуры двух типов. В первом типе структурные блоки связываются со смещением на $1/2b$ и образуют новые структурные типы, с химическим составом ячейки $Ca_{24}(Si_2O_7)_4(OH,F)_{24}$.

Во втором типе боковые октаэдрические колонки обобщая формируют структуру типа розенбушита с химическим составом $Ca_8(Si_2O_7)_2(OH)_4$.

В отличие от структуры канасита, где зигзагообразная стенка состоит из восьми октаэдрических колонок, в структуре франкаменита $K_3Na_3Ca_5(Si_{12}O_{30})(OH,F)_4H_2O$ подобная стенка состоит из четырех октаэдрических колонок. Уменьшение симметрии и объема ячейки франкаменита, связано с заселенностью октаэдрических позиций катионами Ca^{2+} и Na^+ . В триклинной структуре франкаменита, из восьми позиций, только одна полностью занята катионами Ca^{2+} , еще одна – катионами Na^+ . Во всех остальных октаэдрических позициях, в разных процентных соотношениях атомы Na и Ca гетеровалентно замещаются. В структуре канасита из восьми октаэдрических позиций, только в двух атомы Na и Ca в одинаковых процентных соотношениях гетеровалентно замещаются. Если из структуры майзерита убрать октаэдрический блок, а вместо того поставить канаситовые октаэдрические стенки, тогда можно получить структуру франкаменита. Основываясь на конденсации канаситового радикала с разнотипными октаэдрическими мотивами можно представить формирование гипотетических структур различного типа.

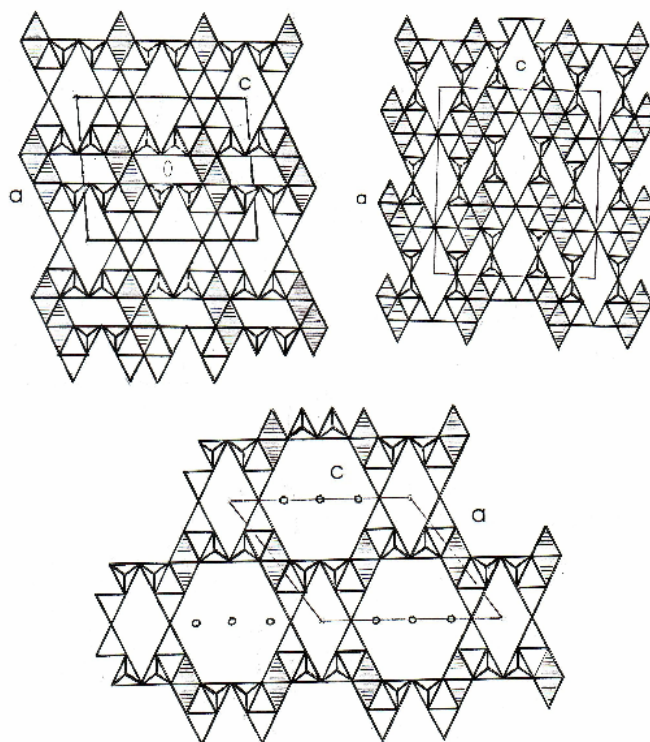


Рис. 2. Новые структурные типы, образованные канаситовым радикалом с одинарной и двойной октаэдрической колонкой

Из двух окенитовых лент образуется трубчатый радикал с составом $(Si_{12}O_{30})$. В результате полимеризации Si-O радикала с двойной октаэдрической колонкой создаются новые структурные типы с параметрами моноклинной ячейки: $a = 13 \div 13.5$, $b = 7.25$, $c = 15.6 - 16.2 \text{ \AA}$, $\beta = 95^\circ$ и химическим составом ячейки $K_4Na_4Ca_8(Si_{12}O_{30})_2 \cdot nH_2O$ или при $z = 2$ $K_2Na_2Ca_4Si_{12}O_{30} \cdot nH_2O$, простр.

гр. P2/m или A2/m. На рис.2 представлен структурный тип, где канаситовый радикал связывается с двойной октаэдрической колонкой и в результате образуется новый структурный тип с ромбической симметрией, с параметрами ячейки: $a \approx 19.4$, $b \approx 7.25$, $c \approx 18.2 \text{ \AA}$ и химическим составом $K_3NaCa_4Si_{12}O_{30} \cdot nH_2O$, $z = 4$, возможная пространственная группа Pnmm. Сопоставлением двух структур можно установить, что в первом варианте с конденсированной вершиной октаэдров связаны только боковые тетраэдры триортогруппы волластонитовых цепочек, а во втором тетраэдры волластонитовых цепочек связаны полимеризованными и свободными вершинами октаэдров. Оригинальные гипотетические структуры формируются из одинарной октаэдрической колонки с крупным катионом и трубчатым Si - O радикалом, состоящим из двух окенитовых лент, где образуется смешанный каркас с моноклинной и ромбической симметрией, с химическими составами ячейки $K_4Ca_4Si_{12}O_{30} \cdot nH_2O$ и $K_8Ca_8(Si_{12}O_{30})_2 \cdot nH_2O$, соответственно. Параметры моноклинной ячейки: $a \approx 12.2 \div 13.2$, $b \approx 7.25$, $c \approx 15.1 \div 15.7 \text{ \AA}$, $\beta = 124^\circ$, простр. гр. P2/m, а параметры ромбической ячейки: $a \approx 20.8 \div 21.6$; $b \approx 7.25$, $c \approx 15.1 \div 15.7 \text{ \AA}$, возможная простр. гр. Pmmm.

Подобный смешанный каркас будет характерным для кальциевых и для щелочных редкоземельных силикатов. То есть простым гетеровалентным изоморфным замещением типа $2Ca^{2+} \Leftrightarrow Na^+TR^{3+}$ можно получить TR - силикат с указанным структурным типом и химическим составом $K_8Na_4TR_4(Si_{12}O_{30})_2 \cdot nH_2O$. Описанный смешанный каркас более цеолитного характера, так как в восьми- и двенадцатичленных пустотах совместно с щелочными катионами так же располагаются молекулы воды.

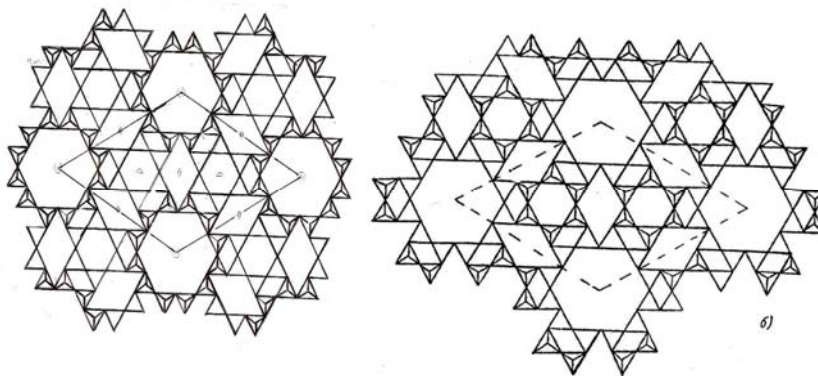


Рис.3. Гипотетическая структура из трубчатых радикалов канаситового типа

В трубчатых радикалах из двух ксонотлитовых лент или из двух окенитовых лент образуются каркасы нового типа с химическим составом $(Si,Al)_{36}O_{72} \cdot nH_2O$, с параметрами гексагональной ячейки $a \approx 18.7 \div 19.4$; $c \approx 7.3 \div 7.5 \text{ \AA}$ и ромбической симметрией, с составом $(Si,Al)_{24}O_{48} \cdot nH_2O$. Из трубчатых радикалов канаситового типа образуется тетраэдрический каркас двух типов (рис.3).

В первом из волластонитовых цепочек образуются двенадцатичленные трубчатые (Si,Al) - O радикалы. Эквивалентные (Si,Al) - O радикалы, связанные параметрами a и b , формируют алюмокремнекислородный каркас с 4-ех, 6-ти, 8-

ми и 12-членными пустотами. Структура L-цеолита, представленная на рис. 3, также состоит из канаситового радикала. В структуре L-цеолита из волластонитовых цепочек образуются шестичленные кольца и каркас образуется из расположенных на середине параметров ячейки a и b канаситовых радикалов.

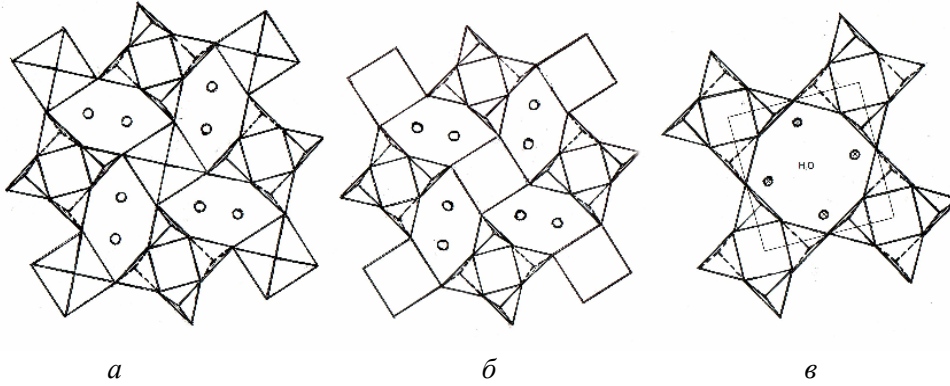


Рис.4. Кристаллическая структура наррасукита(а), $\text{Na}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$ (б) и филлипсита(в)

В структуре чароита(4) трубчатый радикал канаситового типа и тетраэдрическая сетка саженитового типа с составом Si_6O_{15} связываются двойными октаэдрическими колонками атомов кальция.

В структурах силикатов более распространены трубчатые радикалы, сформированные из батиситовых цепочек (рис.4). В структуре наррасукита (5) $\text{Na}_2\text{TiOSi}_4\text{O}_{10}$ или $(\text{Na},\text{K})_2(\text{Ti},\text{Fe},\text{Mn},\text{Nb},\text{Y},\text{Zr})(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{O},\text{F})$ установлен трубчатый Si - O радикал из двух батиситовых цепочек, где октаэдры высокозарядных катионов (ионные радиусы которых меняются в пределах $0.65 \div 0.98 \text{ \AA}$) создают октаэдрические цепочки вдоль параметра $c = 7.95 \text{ \AA}$. Структура наррасукита формируется в результате полимеризации октаэдрических цепочек с трубчатыми Si - O радикалами с составом Si_8O_{20} , где образуется смешанный каркас, в пустотах которого располагаются атомы натрия. Впервые Рад (1991) показал, что в структуре наррасукита распространено изоморфное замещение типа: $2\text{Ti}^{4+} \Leftrightarrow (\text{Fe},\text{Mn},\text{Y})^{3+} + \text{Nb}^{5+}$ и $\text{Ti}^{4+} + \text{O}^{2-} = (\text{Fe},\text{Mn},\text{Y})^{3+} + \text{F}^-$. Кристаллохимически вероятны также структуры типа наррасукита без дополнительных анионов, где трубчатый радикал с составом Si_8O_{20} связывается квадратами атомов меди. Химический состав фазы – $\text{Na}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$. На основе этого четко выделяется гетеровалентное изоморфное замещение типа $\text{Ti}^{4+} + \text{O}^{2-} = \text{Cu}^{2+} + \square$. Надо отметить, что в гипотетических фазах значения параметров ячейки и симметрия структуры наррасукита сохраняются. Если из структуры убрать октаэдрические цепочки и связать трубчатые тетраэдрические радикалы, то образуется каркас с четырех и восьмичленными пустотами, с химическим составом $\text{Si}_{16}\text{O}_{32}$. В пустотах каркаса располагаются щелочные или щелочноземельные катионы. Замещением части атомов кремния атомами алюминия можно получить структуру филлипсита $(\text{Na},\text{K},\text{Ca})_5\text{Al}_5\text{Si}_{11}\text{O}_{32} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (6).

Кристаллохимически вероятен также трубчатый радикал из трех батиси-

товых цепочек, где выделяется ствол - колодец с шестичленными тетраэдрическими сечениями, которые связываются с двойными октаэдрическими цепочками. В пустотах смешанного каркаса располагаются атомы натрия. Описанная гипотетическая структура имеет ромбическую симметрию и возможные химические составы: $\text{Na}_8\text{Lu}_8(\text{OH})_8(\text{Si}_{12}\text{O}_{30})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ или $\text{Na}_8\text{Ti}_8\text{O}_8(\text{Si}_{12}\text{O}_{30})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Для структур силикатов и германатов характерен трубчатый Si-O радикал из четырех батиситовых цепочек. Структурный мотив щелочного редкоземельного силиката $\text{K}_4\text{Lu}_2(\text{OH})_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$ (7) представлен на рис. 5.

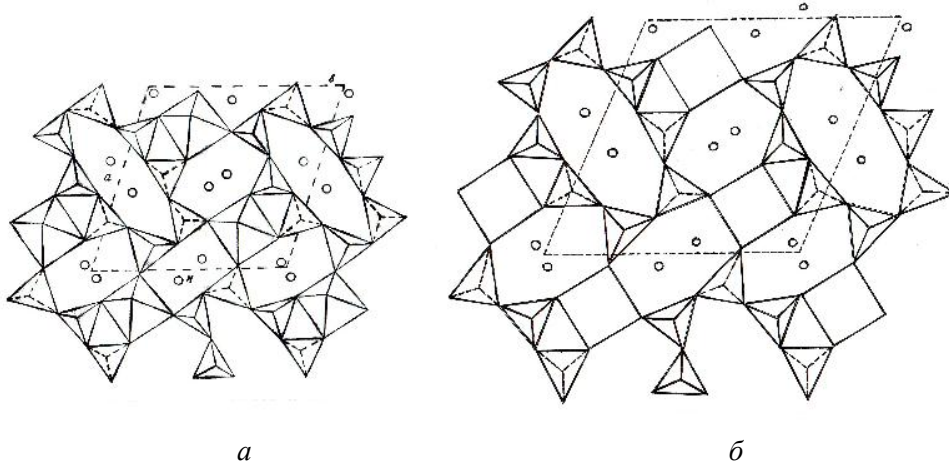


Рис.5. Кристаллическая структура $\text{K}_4\text{Lu}_2(\text{OH})_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$ (*a*)
и $\text{K}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$ (*б*)

В структуре из четырех батиситовых цепочек образуется трубчатый тетраэдрический радикал с восьмичленными петлями состава Si_8O_{20} , где радикал с октаэдрическими цепочками атомов лютеция создает единый смешанный каркас с шести- и восьмичленными пустотами. В цеолитоподобных пустотах располагаются атомы калия. Если в структуре K, Lu – силиката из октаэдрической координации атомов лютеция убрать (OH) группы, то октаэдры превращаются в плоский квадрат, происходит гетеровалентное изоморфное замещение типа: $\text{Lu}^{3+} + \text{OH}^- = \text{Cu}^{2+} + \square$ и получается структура, представленная на рис.5, с химическим составом $\text{K}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$ или $\text{K}_4\text{Cu}_2\text{Si}_8\text{O}_{20}$. В описанных структурах трубчатый радикал имеет состав $(\text{Si}_{16}\text{O}_{40})$ и располагается вдоль параметра $b = 8.5\text{\AA}$. В плоском квадрате расстояние $\text{Cu} - \text{O} = 1.91 - 1.95\text{\AA}$. В 6-ти и 8-ми членных каналах атомы калия координируются мостиковыми кислородами.

В результате полимеризации власовитовых цепочек образуются трубчатые радикалы агреллитового типа (8). В структурах агреллита $\text{Na}(\text{Ca},\text{TR})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}$, фенаксита $\text{KNaFeSi}_4\text{O}_{10}$ (9), литидионита – $\text{KNaCuSi}_4\text{O}_{10}$ (10) из двух власовитовых цепочек формируется трубчатый радикал агреллитового или фенакситового типа, который имеет ствол - колодец с сечениями из шести тетраэдров.

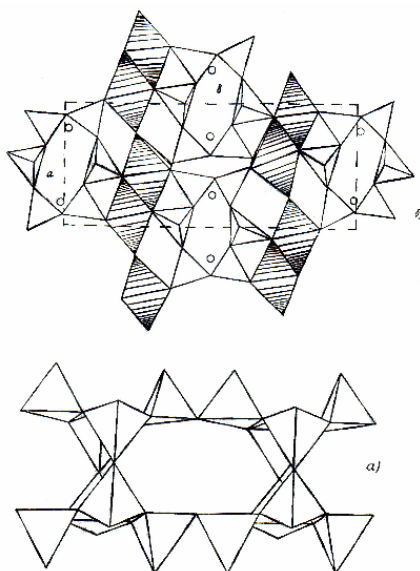


Рис. 6. Структура агреллита(а) и трубчатый радикал агреллитового типа(б)

В структуре агреллита $\text{Na}(\text{Ca}, \text{TR})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}$ (рис.6) двойные октаэдрические колонки кальция и TR образуют ступенчатые слои параллельно плоскости (010), которые связываясь с трубчатыми радикалами Si_8O_{20} , образуют единый структурный мотив, пустоты которого заполняют атомы натрия. В структуре фенаксита радикал агреллитового типа связывается с пятивершинниками атомов железа, которые можно представить как искаженную пирамиду с более удлиненной одной вершиной основания: 2.33\AA против $1.98 \div 2.16\text{\AA}$ у других. У двух Fe-пятивершинников общее ребро и они вместе с несколько увеличенными пятивершинниками атомов натрия образуют колонки вдоль параметра a . Атомы К располагаются в пустотах тетраэдрического кремнекислородного радикала и координируются десятью атомами мостикового кислорода.

Если из структуры фенаксита убрать пятивершинники атомов железа и радикал связать с квадратами атомов меди, тогда получается структура Na,Cu – силиката $\text{Na}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$ и структура литидионита. В структуре литидионита $\text{KNaCuSi}_4\text{O}_{10}$ агреллитовый радикал связывается с пятивершинниками атомов меди, четыре расстояния $\text{Cu} - \text{O} = 1.96 \div 1.99 \text{\AA}$, а пятое более удлиненное 2.55\AA , поэтому целесообразно для атомов меди выбрать координационный полиэдр в форме плоского квадрата. Атомы натрия располагаются между трубчатыми радикалами. Атомы К располагаются в пустотах тетраэдрического радикала и координируются восемью атомами мостикового кислорода.

Недостаточно изученными являются трубчатые радикалы второго типа, где радикалы образуются не в результате полимеризации цепочек, а формируются из родоначальных структурных миналов, т.е. связанных с крупными катионами изолированных диортогрупп или триортогрупп (Si_2O_7 или Si_3O_{10}). С учетом межатомных расстояний, в структуре боратоканкринита можно выявить, что трубчатый (Si,Al) - O радикал формируется из диортогруппы $(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_7$, свя-

занной атомом натрия, т.е. в результате подобной конденсации образуется родоначальный структурный минал с составом $NaAlSiO_7/6$ или $NaAlSiO(OH)_6$. При лежащем расположении минала образуется трубчатый радикал с 12-ти членными тетраэдрическими сечениями, с химическим составом $Na_6Al_6Si_6O_{24}$. Эквивалентные трубки, связанные с периодом **а** и **в**, создают структуру канкринита.

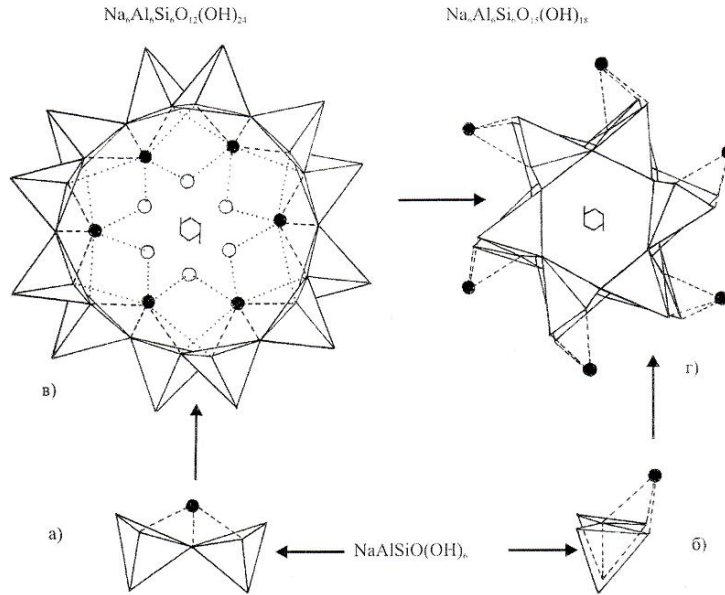


Рис.7. Структурный механизм превращения боратоканкринита в нефелин

- а) структурные миналы в лежащих положениях
- б) структурные миналы в висячих положениях
- в) тетраэдрические кольца типа канкринита
- г) тетраэдрические кольца типа нефелина

В пустотах 12-ти членного канала располагаются анионные группы – CO_3 в карбонатоканкрините (11), VO_3 – в боратоканкрините (12), SO_4 в сульфатоканкрините (13). В указанных положениях располагаются также октаэдры германия в структуре алюмогерманатного канкринита (14). Во всех указанных структурах 6-ти членные пустоты заполнены атомами натрия, кальция и молекулой воды.

Оригинальный трубчатый радикал из триортогруппы атомов алюминия и кремния установлен в структуре Na-цеолита (15), где каждый атом натрия более жестко связываясь с одной триортогруппой, создает родоначальные структурные миналы, с составами $NaAlSi_2O_{10}/$ и $NaAl_2SiO_{10}/$ или $NaAlSi_2O_2(OH)_8$ и $NaAl_2SiO_2(OH)_8$. В результате полимеризации указанных миналов формируется трубчатый радикал с 6-ти членными тетраэдрическими сечениями, где располагаются атомы натрия. Из последнего образуется алюмокремнекислородный каркас, с химическим составом ячейки $Na_4/Na_8Al_{12}Si_{12}O_{48}/ \cdot 8H_2O$. Другая часть атомов натрия и молекул воды располагается в 8-ми членных пустотах.

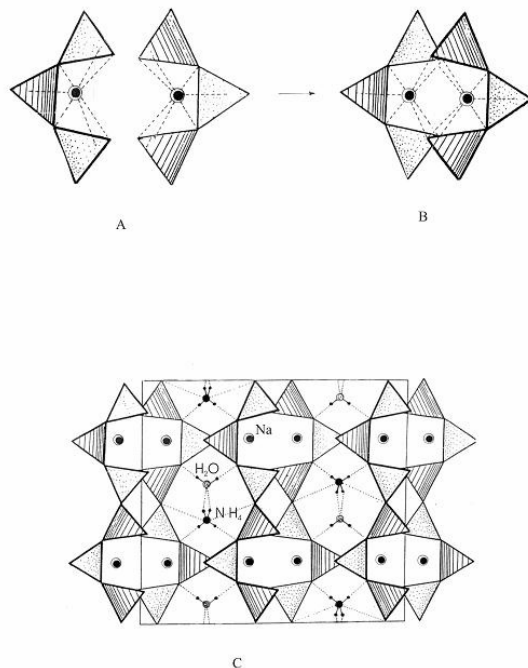


Рис. 8. А.Родоначальный структурный минал в структуре NH_4^+ формы Na-цеолита
 В.Структурная единица NH_4 формы Na-цеолита
 С.Кристаллическая структура NH_4 формы Na-цеолита

Образование алюмокремнекислородных тетраэдрических каркасов из родоначальных структурных миналов можно выявить и в других структурных типах цеолитов.

Проведенный кристаллохимический анализ показывает, что трубчатые тетраэдрические каркасы образуются в результате полимеризации цепочечных или изолированных (Si,Al) - O радикалов, и также формируются из структурных миналов, состоящих из крупных щелочных или щелочноземельных катионов, связанных с изолированными тетраэдрическими радикалами – диортогруппой, триортогруппой и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чирагов М.И., Мамедов Х.С., Белов Н.В. О кристаллической структуре канасита // Докл. АН СССР. 1969, т.185, № 3, с.672-674.
2. Douglas Scott. J. Crystal structure of miserite, a zoltai type 5 structure // Canad.Mineral. 1976, v.14, pt.4, p.515-528.
3. Шиббаева Р.П., Симонов В.И., Белов Н.В. Кристаллическая структура розенбушита // Кристаллография. М.: 1963, т.8, № 1, с.87-90.
4. Чырагов М.И., Ширинова А.Ф. Кристаллическая структура чароита, как производная структура мизерита, канасита и окенита // Минерал. журнал. К.: 2004, т.26, № 4, с.5-9.
5. Пятенко Ю.А., Пудовкина З.В. Кристаллография, 1960, т.5, №4, с. 563-573.
6. Баррер Р. Гидротермальная химия цеолитов. М. Мир, 1985, 420с.
7. Чырагов М.И., Кулиева Т.З., Рагимов К.Г., Мамедов Х.С. Гидротермальный синтез и кристаллическая структура $\text{K}_4\text{Lu}_2(\text{OH})_2(\text{Si}_8\text{O}_{20})$ // Кристаллография. М.: 1983, т.28, вып.6, с.1204-1206.

8. Chose S., Wan Ch. Agrellite, $\text{Na}(\text{Ca}, \text{TR})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}$: a layer structure with silicate tubes // Amer. Mineral. 1979, vol.64, p.563-572.
9. Головачев В.П., Дроздов Ю.Н., Кузьмин Э.А., Белов Н.В. Докл. АН СССР. 1970, т.195, №4, с.818.
10. Martin Pozas J.M., Rossi G., Tazzoli V. Crystal structure of litidionite $\text{KNaCuSi}_4\text{O}_{10}$ // Amer. Miner. 1975, v.60, p.471-474.
11. Jarchow O. Die Kristallstruktur van carbonatokankrinite $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Zeit. für Kristallog. 1965. v.122, p.5-6.
12. Ширинова А.Ф., Хрусталева В.Н., Самедов Х.Р., Чирагов М.И. Гидротермальный синтез и кристаллическая структура боратоканкринита $(\text{Na}, \text{Ca})_2[\text{Na}_6(\text{AlSiO}_4)_6]\text{BO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Кристаллография. М. 2006. т.51, №1, с.69-72.
13. Рагимов К.Г., Ширинова А.Ф., Самедов Х.С., Чырагов М.И. Кристаллохимические особенности минералов группы канкринита // BDU-nun Xəbərləri (təbiət elmləri seriyası). 2006, №4, s.91-94.
14. Белоконев Е.Л., Уварова Т.Г., Демьянец Л.Н. Кристаллическая структура синтетического Ge-канкринита $\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Ge}_6\text{O}_{24})(\text{Ge}(\text{OH})_2) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Кристаллография. М., 1986, т.31, вып.5.
15. Рагимов К.Г., Чырагов М.И., Мустафаев Н.М., Мамедов Х.С. Кристаллическая структура Na – алюмосиликата $\text{Na}_3\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ // Докл. АН СССР. 1978. т.242, № 4, с.839-841.

**BORU FORMALI (Si,Al)-O RADİKALLAR SAXLAYAN SİLİKAT
VƏ ALÜMOSİLİKATLARIN KRİSTALLOKİMYASI**

A.F.ŞİRİNOVA, K.Q.RƏHİMOV, M.İ.ÇİRAQOV

XÜLASƏ

Məqalədə boru formalı (Si,Al)-O radikallı silikatlar və alümosilikatların quruluşları genetik kristallokimya aspektində analiz olunmuşdur. Belə quruluşların müqayisəli kristallokimyəvi analizi tetraedr borularının iki üsulla formalaşdığını göstərmişdir: zəncirvari radikalların polimerləşməsi nəticəsində əmələ gələn boru formalı radikallar və mürəkkəb Si-O radikallarının tərkib hissəsi olan tetraedr boruları. Sonuncular iri ölçülü kationlarla tetraedr qruplarından təşkil olunmuş minallardan əmələ gəlir və tetraedrik motivdə minalın varisliyi saxlanılır. Belə kristallokimyəvi analiz məlum quruluşlar arasında genetik əlaqəni göstərməklə yanaşı, boru radikallı yeni silikat quruluşlarını proqnozlaşdırmağa imkan verir.

**CRYSTALLOCHEMISTRY OF SILICATES
AND ALUMOSILIKATES WITH (Si, Al)-O RADICALS**

A.F.SHIRINOVA, K.G.RAGIMOV, M.I.CHIRAGOV

SUMMARY

In article in aspect genetic crystallochemistry, structures of silicates and alumosilikates with tubular tetrahedral radicals are analysed. As a result of comparative crystallochemical the analysis it is revealed, that tubular radicals are formed as a result of polymerization chained tetrahedral radicals or formed from parent structural minals where the heredity minal is kept in final tetrahedral motive. Carried out crystallochemical the analysis allows to track genetic connection between structures of silicates with tubular radicals and to model new difficult structures with similar radicals.