

ВЫРАЩИВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СУВЕНИРОВ ИЗ РАСТВОРОВ

Карнаухова О.М.

Научный руководитель – доцент Перфилова О.Ю.

Сибирский федеральный университет

Симметрия и красота кристаллов многих минералов издавна восхищала и привлекала людей. В Музее Геологии Центральной Сибири, в минералогическом музее при СФУ, а также в природе есть красивые кристаллы разных минералов – природных химических соединений. Возник вопрос – можно ли вырастить красивые кристаллы в домашних условиях? Чтобы узнать это, были проведены опыты по выращиванию кристаллических сувениров - крупных геометрически правильных кристаллов и друз различных веществ из водных растворов. Также следовало определить оптимальные условия для выращивания наиболее привлекательных с точки зрения эстетики кристаллов и их агрегатов.

Автором были проведены эксперименты по выращиванию кристаллов каменной соли (NaCl), медного купороса ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$), железного купороса ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$), сульфата магния ($\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$), красной кровяной соли ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), желтой кровяной соли ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$), алюмокалиевых квасцов ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$), алюмоаммонийных квасцов ($\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$), хромокалиевых квасцов ($\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$), сахара и дендритов меди (Cu). В ходе экспериментов проводились наблюдения за процессами роста кристаллов и их агрегатов при различной температуре и концентрации растворов. В некоторых опытах в раствор одного вещества добавлялась примесь другого, чтоб выяснить влияние примесей (механических – активированный уголь и химических – глицерин, сульфат трехвалентного железа) на кристаллизацию.

Кроме того, проводились наблюдения за процессами образования кристаллов из капли раствора под микроскопом. При увеличении в 50 – 100 раз можно за очень короткое время (15 – 20 минут) наглядно увидеть весь процесс кристаллизации от зарождения первых кристаллов до образования поликристаллического агрегата, т. к. капля высыхает быстро. Процесс кристаллизации начинается с краев капли, причем сначала образуются либо дендриты, начиная с края капли (в случае сильно пересыщенных исходных растворов), либо кристаллические зародыши правильной формы, как по краям капли так и в её центре. На завершающих стадиях кристаллизации при почти полном испарении растворителя, когда раствора остается очень мало – растущие кристаллы оттягивают его на себя, а в промежутках между ними в результате очень быстрого роста пересыщения остаточного раствора образуются мелкие дендриты или скелетные кристаллы. Иногда на завершающих стадиях кристаллизации нарушается нормальный рост уже сформированных кристаллов и начинается быстрый рост их ребер или вершин, в результате чего образуются скелетные («рогатые») кристаллы причудливой формы и дендриты (рис.1) .

В результате проведенных автором экспериментов установлено, что достаточно крупные геометрически правильные кристаллы (монокристаллы) из растворов можно вырастить только при соблюдении следующих условий.



Рис.1. Дендриты монофосфата аммония под микроскопом.
Ув. 100^x. Без анализатора

Резкие перепады температуры (из-за изменения растворимости большинства веществ) приводят к образованию в кристалле зон разной окраски, либо расщеплению кристалла. Значительное повышение температуры раствора может привести даже к частичному или полному растворению уже выросшего кристалла. Необходимо постоянное удаление мелких кристаллов-паразитов, образующихся на дне и стенках кристаллизатора, на поверхности раствора, а иногда и на гранях самого растущего кристалла. Требуется отсутствие в растворе примесей (механических и химических), так их наличие может привести к расщеплению кристаллов и появлению в них различных дефектов. Поэтому необходимо следить за чистотой посуды и готовить растворы с использованием дистиллированной или несколько раз прокипяченной воды. Для получения крупных кристаллов нужно по мере роста кристалла постепенно увеличивать объем кристаллизатора, чтобы растущий кристалл не соприкасался со стенками и дном сосуда. Время от времени (несколько раз в день) необходимо перемешивать раствор, так как около растущих граней кристалла он постепенно истощается, а самопроизвольно возникающие конвекционные потоки не обеспечивают равномерного питания всех граней растущего кристалла..

Таким образом, для выращивания крупных кристаллов из водных растворов в домашних условиях потребуется кристаллизатор, размер которого зависит от предполагаемой величины будущего кристалла. Сначала необходимо растворить выбранное вещество в горячей воде (при температуре около 80°C). Рекомендуется взять немного больше вещества, чем требуется для получения насыщенного раствора, и интенсивно перемешивать раствор до тех пор, пока оно не перестанет растворяться. Практически все соли сначала растворяются очень быстро, но после достижения их определенной концентрации в растворе начинают растворяться значительно медленнее.. Необходимо оставить приготовленный раствор примерно на сутки, чтобы он остыл до комнатной температуры, т.к. при остывании раствора растворимость большинства химических веществ значительно понижается и самопроизвольно возникает множество центров кристаллизации. В результате получается большое количество очень мелких кристаллов, а не один крупный. Если же поместить в горячий раствор заранее выращенную затравку, то она быстро покроется мелкими

паразитическими кристалликами, зародыши которых в виде мелкой взвеси неизбежно присутствуют в любом свежеприготовленном растворе (это мельчайшие частички недорастворенного вещества, им нужно дать время осесть на дно). Когда раствор остынет до комнатной температуры, его лучше перелить в другой кристаллизатор, чтобы осевшие на дно и стенки мелкие кристаллики не росли, а все «питание» доставалось крупным кристаллам затравки. После этого в кристаллизатор помещается кристалл-затравка. Можно просто положить заранее подготовленный кристалл-затравку на дно емкости с раствором. Но в этом случае невозможно получить геометрически правильный кристалл, так как его «питание» во время роста будет очень неравномерным. Для получения наиболее правильного кристалла нужно обеспечить ему свободный рост, чтобы он не соприкасался с дном и стенками сосуда – кристаллизатора и с другими кристаллами, которые могли бы помешать его росту. Поэтому нить с привязанной к ней затравкой (или просто с небольшим узелком на конце, который и сыграет роль центра кристаллизации) опускается в приготовленный раствор. Второй конец этой нити закрепляется на палочке или на квадратике картона, который будет одновременно прикрывать баночку-кристаллизатор и защищать раствор и растущий в нем кристалл от пыли.

Вместо нити можно взять тонкую медную проволоку, из которой можно предварительно согнуть какую-либо простую фигурку (сердечко, снежинку, звездочку). Проволока постепенно обрастет мелкими кристаллами растворенного вещества и таким образом можно быстро и просто получить интересный сувенир (рис. 2). Главное, чтобы не происходило химического взаимодействия металла проволоочки и растворенной соли.



Рис. 2. «Снежинка» из мелких кристалликов медного купороса

Красивые кристаллические сувениры (друзы) можно вырастить и из сростков нескольких кристаллов. Для их выращивания можно положить на дно сосуда с насыщенным раствором сросток из нескольких мелких кристаллов. Красивые друзы получаются, если в раствор опустить маленький кусочек горной породы, например, известняка, мрамора или гранита. На нем образуются мелкие кристаллики, которые постепенно растут, и образуется красивый сросток-друза, состоящий из кристаллов разного размера (рис. 3).



Рис.3. Друза кристаллов красной кровяной соли

Для получения кристаллических сувениров лучше всего использовать красную кровяную соль или медный купорос, кристаллы которых растут достаточно быстро.

К сожалению, так как в состав некоторых кристаллов (медного и железного купороса, сернокислого магния, квасцов и др.) входит кристаллизационная вода, то при повышении температуры или при длительном хранении в сухом помещении они постепенно покрываются белым порошковатым налетом. Это происходит потому, что при обезвоживании (потере воды) разрушается их кристаллическая структура. Продлить жизнь некоторых кристаллов можно, поместив их в плотно закрытую прозрачную упаковку, покрыть тонким слоем лака для волос или ногтей, периодически осторожно смачивать побелевшие участки кисточкой с водой, либо хранить при низкой температуре. Особенно быстро (в течение нескольких часов) разрушаются, покрываются белым налетом с поверхности и становятся непрозрачными кристаллы железного купороса и сернокислого магния, медленнее изменяются кристаллы хромовых квасцов, желтой кровяной соли и медного купороса. Самыми устойчивыми и долговечными из выращенных автором кристаллов являются кристаллы красной кровяной соли.

Некоторые из проведенных опытов можно использовать на лабораторных занятиях по кристаллографии и химии, чтобы показать, что при разных температурах растворимость одного и того же вещества – разная. Или показать разницу между недосыщенным (кристалл в нем растворяется), насыщенным (кристалл не изменяется) и пересыщенным (кристалл увеличивается в размерах – растет) раствором. На лабораторных занятиях по кристаллографии можно непосредственно наблюдать процессы зарождения и роста кристаллов (кристаллизация в капле), изучать форму кристаллов различных веществ, а также многие явления, связанные с процессами кристаллизации (расщепление кристаллов, скульптура граней, влияние примесей, температуры и концентрации исходных растворов на форму образующихся кристаллических многогранников, условия образования и быстрый рост скелетных кристаллов и дендритов и т.д.). Ведь процессы образования многих минералов из растворов широко проявлены в природных условиях. А выращивание кристаллов из растворов в лаборатории, таким образом, может служить хорошей моделью некоторых природных процессов минералообразования, если учесть, что многие вещества, использованные автором при проведении опытов, являются химическими аналогами растворимых минералов. Это галит (поваренная соль – NaCl), халькантит (медный купорос – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), мелантерит ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), эпсомит ($\text{MgSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) и т.д.