

ФИЗИКА

УДК 548.3

Влияние NaHCO_3 на качество монокристаллов цинка-аммония сернокислого ($\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

© 2012 г. А.Д. Гортинская

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
gortinskaya.anya@yandex.ru

Изучено влияние примеси к раствору, которая способствует получению кристаллов высокого качества из растворов, содержащих случайные примеси. С помощью интерференционного метода показано, что в отношении кристаллов $\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ такой примесью является NaHCO_3 (питьевая сода). Сода устраняет образование неровностей и макроступеней на гранях кристалла, и позволяет выращивать однородные кристаллы.

Ключевые слова: рост кристаллов, раствор, примесь, морфология граней, однородность.

Исходный раствор, приготовленный для выращивания монокристаллов, как правило, содержит случайные примеси. Некоторые из них не позволяют получить монокристаллы высокого качества. Одним из путей устранения влияния случайных примесей является высокая очистка исходных веществ и растворителя. Однако, высокочистые вещества менее доступны и дороги. Другой путь – дезактивация случайных примесей. Если это возможно, то можно получить кристаллы повышенного качества, используя недорогие вещества обычной степени чистоты (Ч, ЧДА, ХЧ). Для устранения отрицательного влияния случайных примесей применялись различные добавки к раствору (щелочи, кислоты и многие соли с кислой и щелочной реакцией [1, 2]).

Целью данной работы является изучение влияния питьевой соды NaHCO_3 в качестве примеси на однородность кристаллов ($\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Оценка качества выращенных кристаллов проводилась визуально, а более точным критерием являлась морфология граней кристаллов, поскольку морфология граней очень чувствительна к условиям выращивания кристаллов [3].

Методы изучения морфологии грани включают в себя интерференционные способы, микроскопию, фазово-контрастную микроскопию и исследования с помощью атомно-силового микроскопа. Использование явления интерференции света позволяет с высокой точностью измерить изменение линейных размеров объекта. Сегодня с помощью интерференционных методов можно успешно определять как нормальную скорость роста кристаллов, так и рельеф поверхности кристаллов. Для наблюдения морфологии использовался метод интерферометрии.

Синтез вещества цинка-аммония сернокислого проводился из веществ со следующими маркировками: для цинка сернокислого марки Ч, для аммония сернокислого – ЧДА.

Для выращивания кристаллов $Zn(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ использовался метод концентрационной конвекции [4, 5]. Для улучшения роста применялась добавка питьевой соды ($NaHCO_3$).

В ходе работы были выращены несколько кристаллов, отличающиеся содержанием соды в растворе. Один из растворов был номинально чистым. Во второй раствор добавлялась сода (0.2 г/100 мл). Для выращивания третьего кристалла в раствор также добавляли соду, но уже в уменьшенном количестве (0.1 г/100 мл). После выращивания и извлечения кристалла изучалась морфология кристаллов с помощью интерферометра Линника.

Кристалл без добавления соды в раствор непрозрачный, белого цвета (рис. 1, а). Грани кристалла с видимыми неровностями. На грани большой ромбической призмы (110) видны многочисленные бугорки. Это свидетельствует о наличии в исходном растворе набора случайных примесей, которые появились из-за низкой чистоты веществ, используемых для приготовления раствора.

Кристалл с содой вырос прозрачным и имеющим гладкие грани (рис. 1, б).

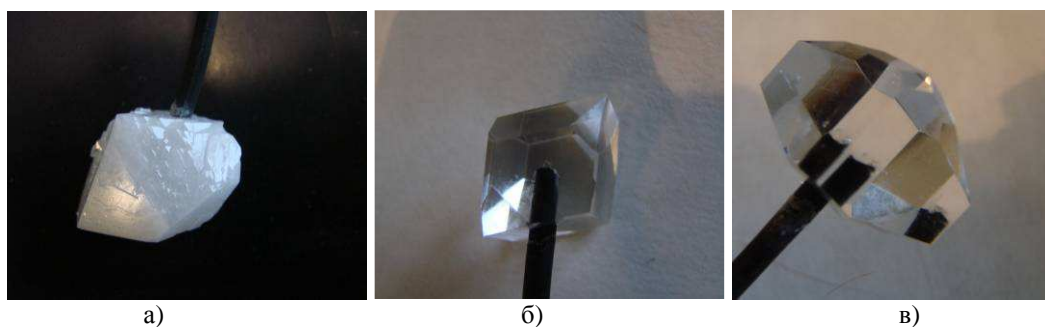
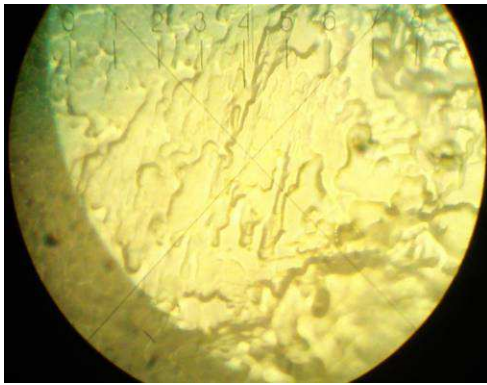


Рис. 1. а) Кристалл без добавления соды в раствор, б) Кристалл с добавлением соды, в) Кристалл, выращенный с уменьшенным содержанием соды в растворе.

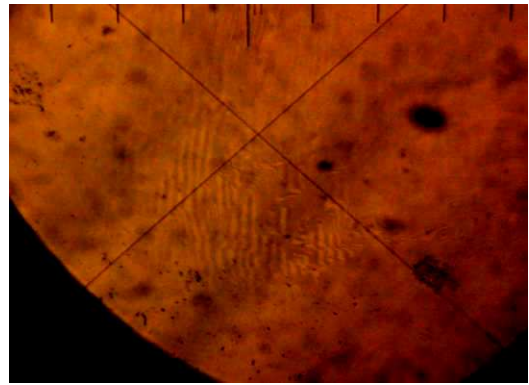
На гранях кристалла выращенного с уменьшенным содержанием соды в растворе (рис. 1, в) наряду с гладкими участками обнаруживаются участки с неровностями.

С помощью интерферометра Линника были получены следующие снимки поверхностей граней кристаллов.

На рис. 2, а изображена поверхность грани кристалла без добавления соды. На снимке явно видно, что поверхность грани очень неровная, имеет множество ступеней. Об этом говорит и интерференционная картина (рис. 2, б) того же участка поверхности. Интерференционные полосы сильно искажены в местах выступов (впадин).



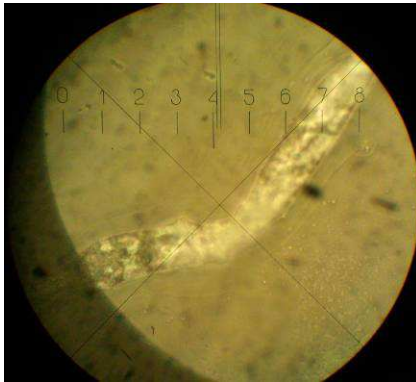
а)



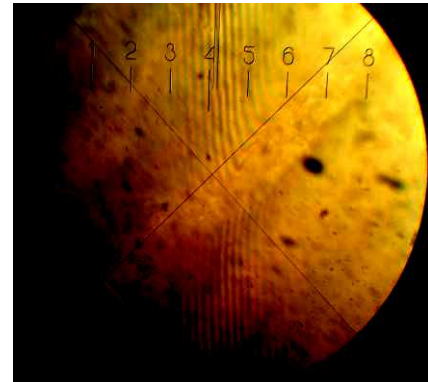
б)

Рис. 2. а) Снимок поверхности грани кристалла соли Туттона без добавления примесей.
б) Интерференционная картина поверхности грани (110).

На рис. 3, а показана одна из граней кристалла с уменьшенным содержанием соды. На этом участке отчетливо видна неровность поверхности. Интерференционная картина этого же места поверхности (рис. 3, б) также говорит о перепаде высот на данном участке.



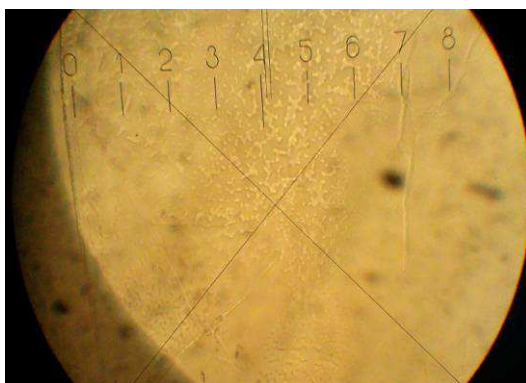
а)



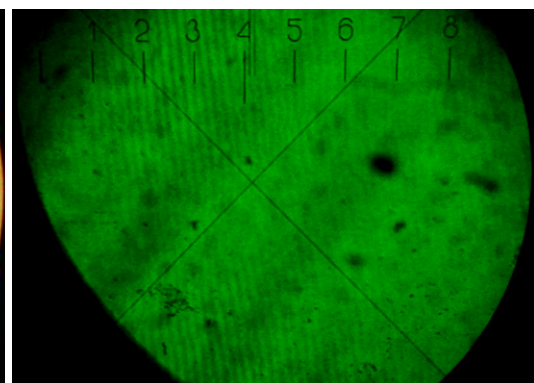
б)

Рис. 3. а) Снимок неровности на поверхности кристалла с уменьшенным содержанием соды.
б) Интерференционная картина данной поверхности грани.

При рассмотрении другого участка этой же грани (рис. 4, а) можно заметить, что поверхность не имеет никаких неровностей. На интерференционной картине (рис. 4, б) можно увидеть строго параллельные полосы, что свидетельствует о наличии других гладких участков грани.



а)



б)

Рис. 4. а) Снимок гладкой поверхности грани кристалла с содержанием соды (0,1 г/100 мл).
б) Интерференционная картина гладкой поверхности грани кристалла.

Рассмотрим, наконец, поверхность кристалла с повышенным содержанием примеси соды. Поверхность грани (рис. 5, а) выглядит гладкой, без неровностей и перепадов высот. На интерференционной картине (рис. 5, б) полосы параллельны друг другу, это служит доказательством того, что поверхность грани этого кристалла гладкая.

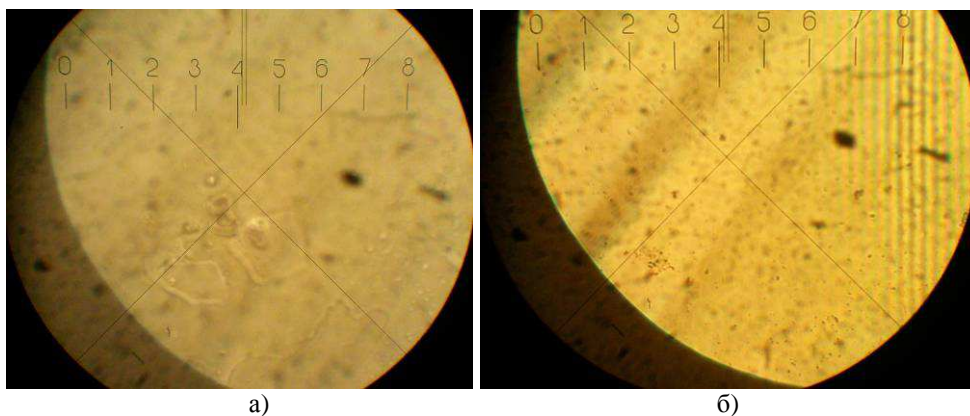


Рис. 5. а) Снимок гладкой поверхности грани кристалла со стандартным содержанием соды (0.2 г/100мл). б) Интерференционная картина гладкой поверхности грани кристалла.

В рассмотренных опытах определялась добавка соды, которая устраняет действие случайных примесей и позволяет выращивать достаточно совершенные кристаллы с гладкими гранями.

Во второй серии опытов проводились эксперименты с растворами, содержащими соду, в которые вводилось железо сернокислое окисное ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), имитирующее действие случайных примесей.

Опыты проводились в чашках Петри, при комнатной температуре, методом испарения.

Один раствор для выращивания кристаллов, готовился на 100 мл раствора $\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 200 мг $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Другой - с уменьшенным в два раза содержанием примеси $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Кристаллы, выращенные из этих двух растворов, представлены на рис. 6. Эти кристаллы не имеют явной огранки и окрашены в белый и рыжий цвета соответственно.



Рис. 6. Кристаллы с примесью $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. а) Содержание примеси $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$: 200 мг /100 мл раствора. б) Содержание примеси $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$: 100 мг /100 мл раствора.

В третьем опыте количество добавляемого $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ было еще уменьшено (на 100 мл раствора $\text{Zn}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 10 мг $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Результаты этого опыта показаны на рис. 7.



Рис. 7. Кристаллы, выросшие из раствора (10 мг / 100 мл $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ и 0.2 г/100 мл NaHCO_3).

Из первых двух опытов, можно сделать вывод, о том, что стандартному количеству соды не удастся нейтрализовать примесь $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

В третьем случае кристаллы выросли прозрачными, с правильной огранкой. Это говорит о том, что сода нейтрализует действие примеси $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ в количестве менее 10 мг. Механизм дезактивации $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ пока не достаточно исследован.

В итоге установлено, что железо сернокислое в качестве примеси также не позволяет выращивать однородные кристаллы. С другой стороны добавление соды устраняет действие этой специально добавляемой примеси и случайных примесей с аналогичным эффектом воздействия.

Список литературы

1. Бужан И. В., Воронцов Д. А., Воронцов М.Н. и др. // Вестник Нижегородского университета. – 2002. – № 1(3) – С.48-53.
2. Воронцов Д.А., Егорова А.Е., Ким Е.Л., Марычев М.О., Петрова А.А., Портнов В.Н., Сомов Н.В. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 5(2) – С. 210–213.
3. Шефталъ Н. Н. // Сб. Рост кристаллов. М.: изд-во ЛН СССР, 1957, с. 1-30.
4. Кристаллография. Лабораторный практикум, под ред. Е.В. Чупрунова. М.: Физматлит, 2005.
5. Портнов В.Н., Чупрунов Е.В.. Возникновение и рост кристаллов. М.: Физматлит, 2006.