

## ВЛИЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ И ОБРАЗОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ИЗ ТРОЙНЫХ ВОДНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМ $\text{CdCl}_2\text{-KCl-H}_2\text{O}$

В. М. Анищик<sup>1)</sup>, А. М. Колодинский<sup>2)</sup>, Н. Г. Соколовская<sup>1)</sup>, В. В. Война<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Ф. Скорины, 4, Минск, 220050, Беларусь, тел. +375-17-209-55-12

<sup>2)</sup>Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, 230023 г. Гродно, ул. Ожешко, 22. Тел. +375-15-2721508, e-mail: kolo@grsu.unibel.by

Проведено сравнительное исследование роста и образования смешанных кристаллов из систем  $\text{CdCl}_2\text{-KCl-H}_2\text{O}$  в поле рентгеновского излучения. Установлено, что рентгеновское излучение способствует включению ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в кристаллическую решетку KCl, сдвигая границы смешимости в сторону уменьшения концентрации  $\text{CdCl}_2$  в растворе.

### Введение

Изучение природы смешимости веществ в твердом состоянии имеет большое значение для физики и химии твердого тела. Выявление же особенностей структуры и морфологии поверхности смешанных кристаллов, образованных в поле рентгеновского излучения представляет особый интерес т.к. именно при образовании кристалла ионизирующее излучение может вызвать существенные изменения [1].

Целью проведенных исследований являлось определение границ смешимости двух элементов  $\text{CdCl}_2$  и KCl под действием рентгеновского излучения.

### Основная часть

Смешанные кристаллы выращивались из тройных водно-солевых систем  $\text{KCl-CdCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в них 0,001%-20%  $\text{CdCl}_2$ . Рост кристаллов осуществлялся в малых объемах, в режиме свободной конвекции [2]. При этом одни кристаллы росли в поле рентгеновского излучения, вторые оставались контрольными. Источником излучения служила рентгеновская установка УРС 1.0, с напряжением на трубке 45 кВ, при токе 10 мА. Изучалась однородность кристаллов с помощью метода оптической микроскопии.

Исследование кристаллов в процессе роста показало, что из раствора  $\text{KCl-CdCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  при концентрации  $\text{CdCl}_2$  до 0,1% растут хорошо образованные кубы (рис. 1, 2).

При более высоком содержании  $\text{CdCl}_2$  в растворе до 1% образовывались кристаллы в форме трилистника, жемчужно-белого цвета (рис. 3, 4). При этом, кристаллы полученные в обычных условиях отличались правильностью форм. Под облучением же кристаллы вырастали рыхлыми, а по извлечении их из кюветы, они рассыпались.

При концентрации  $\text{CdCl}_2$  от 1% до 10 % в  $\text{KCl-CdCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  из раствора росли кристаллы в форме гексагональной призмы, с ровными, равномерно развитыми гранями (рис. 5, 6). На стадии зарождения можно было наблюдать прямоугольные пластины с закругленными краями. При данных концентрациях, кристаллы образованные в поле рентгеновского излучения

отличались прозрачностью и совершенством форм.

При всех остальных концентрациях, в каплях при частичном испарении раствора, можно было наблюдать игольчатую объемную структуру, в виде сферолитов. В полностью испарившейся

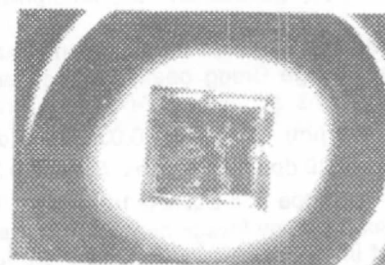


Рис. 1. Кристалл образованный из раствора  $\text{KCl-CdCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 0,1 %  $\text{CdCl}_2$

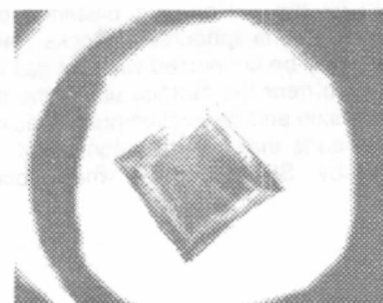


Рис. 2. Кристалл образованный в поле рентгеновского излучения из раствора  $\text{KCl-CdCl}_2\text{-H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 0,1 %  $\text{CdCl}_2$

капле, в центре находился игольчатый шар, а по краям весьма чистые, прозрачные, пластины прямоугольной формы. При всех концентрациях в каплях под излучением появлялось и росло по одному монокристаллу, которые в дальнейшем



Рис. 3. Кристалл образованный из раствора  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 0,5 %  $\text{CdCl}_2$

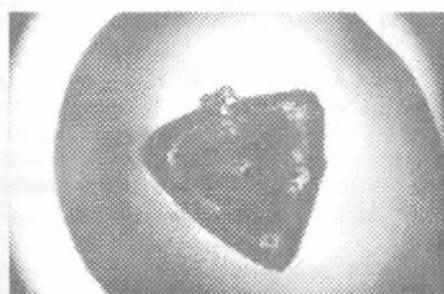


Рис. 4. Кристалл образованный из раствора  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 0,5 %  $\text{CdCl}_2$ , в поле рентгеновского излучения

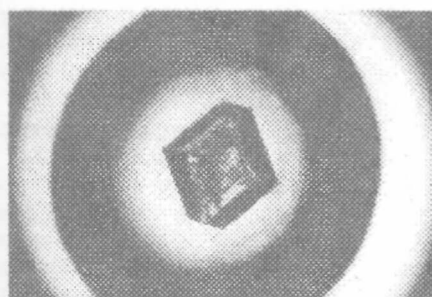


Рис. 5. Кристалл образованный из раствора  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 5 %  $\text{CdCl}_2$

постепенно превращались в агрегат мелких матовых кристалликов.

Полученные данные позволили предположить, что рентгеновское излучение способствует включению ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в кристаллическую решетку основного вещества.

Для проверки данной гипотезы была измерена пикнометрическим методом плотность полученных образцов.

На рис. 7 приведены результаты исследования плотности смешанных кристаллов. Из графика видно, что у кристаллов выращенных из раствора  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  с исходным

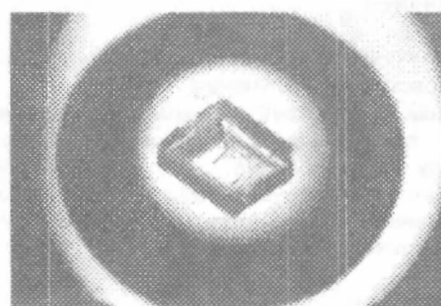


Рис. 6. Кристалл образованный в поле рентгеновского излучения из раствора  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$  с исходным содержанием в нем 5 %  $\text{CdCl}_2$

содержанием примеси в нем до 1% в поле рентгеновского излучения плотность кристаллов меньше по сравнению с необлученными. Минимальная плотность у кристаллов, полученных под облучением наблюдается при концентрации 0,2 %  $\text{CdCl}_2$  в растворе, у не облученных при концентрации 0,5%. При увеличении концентрации  $\text{CdCl}_2$  наблюдается увеличение плотности смешанных кристаллов, при этом максимальное значение плотности приходится на 5%  $\text{CdCl}_2$  для облученных, и 6% для не облученных.

Рентгеноструктурные исследования смешанных кристаллов, полученных в поле рентгеновского излучения и контрольных, проводились на дифрактометре ДРОН-2 в  $\text{Cu K}\alpha$  излучении.



Рис. 7. Зависимость пикнометрической плотности смешанных кристаллов от концентрации  $\text{CdCl}_2$  в системе  $\text{KCl}-\text{CdCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ .

Анализ полученных результатов показал, что в присутствии до 0,5%  $\text{CdCl}_2$  из раствора образуются кристаллы  $\text{KCl}$  кубической сингонии. При более высоком содержании  $\text{CdCl}_2$  до 1% появляются включения  $\text{K}_4[\text{CdCl}_6]$ , но при концентрациях от 1% до 10% образовывались только лишь ромбоэдрические кристаллы  $\text{K}_4[\text{CdCl}_6]$ . При концентрации кадмия в растворе превышающей 10% образовывалась смесь  $\text{CdCl}_2$  и  $\text{KCl}$ .

### Заключение

Изучение кинетики кристаллизации в поле рентгеновского излучения показало, что последнее воздействует не только на зарождение и рост смешанных кристаллов, но и на их структуру. Установлено, что ионизирующее излучение способствует включению ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в кристаллическую решетку KCl, тем самым изменяя границы смешимости.

### Список литературы

1. Колодинский А.М. // Вестник Гродн. дзярж. университета. Серыя 2. Прыродазнаучыя навук. 2002. № 2. С. 83-90.
2. Колодинский А. М. Соколовская Н. Г. Война В.В. Лиопо В. А. // Распределение примесей в кристаллах KCl, выращенных из водных растворов в поле рентгеновского излучения // ВИТТ-2001. Минск.: Изд. БГУ.– 2001.– С.158-160.

### INFLUENCE OF X-RAYS ON GROWTH AND FORMATION OF CRYSTALS FROM FREEFOLD SYSTEM $\text{CdCl}_2\text{-KCl-H}_2\text{O}$

V.M. Anishchik<sup>1)</sup>, A.M.Kolodinskiy<sup>2)</sup>, N.G. Sokolovskaya<sup>1)</sup>, V.V. Vojna<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Belarussian State University, 220050, Minsk, 4, Fr. Skoryna Ave.

Tel.: +375-17-209-55-12.

<sup>2)</sup>Ynka Kupala State University of Grodno. 22, Ozheshko Street, Grodno, 230023, Belarus.

Tel.: +375-15-272-15-08; e-mail: kolo@grsu.unibel.by.

The comparative examination of growth and formation of mixed crystals from  $\text{CdCl}_2\text{-KCl-H}_2\text{O}$  systems in the field of X-rays is carried out. It was shown that the X-rays promotes insert of  $\text{Cd}^{2+}$  ions in a crystalline KCl lattice moving mixableness frontier to lower concentrations of  $\text{CdCl}_2$  in solution.