

ОСОБЕННОСТИ РОСТА СМЕШАННЫХ КРИСТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ПОЛЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В. М. Анищик, Н.Г. Валько, А.М. Колодинский, В.В. Война

Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,
г. Гродно, ул. Ожешко 22, 230023 Республика Беларусь, тел.: +375-152-721508,

В работе изучено влияние рентгеновского излучения с различной длиной волны на рост смешанных кристаллов из водных растворов. Установлено, что с увеличением энергии излучения массовая скорость роста кристаллов увеличивается.

Основной вопрос, который возникает при изучении радиационного воздействия на твердое тело, состоит в выяснении вида и распределения первичных дефектов, возникающих непосредственно под действием жесткого кванта. Особенно заметно влияние облучения на ранних стадиях кристаллизации, т.к. в данном случае действие излучения распространяется не только на сам кристалл, но и на среду кристаллизации т.е. раствор, в результате чего, формируются кристаллы с видоизмененными физическими и химическим свойствами [1].

Настоящая работа посвящена изучению влияния рентгеновского излучения на линейную скорость роста смешанных кристаллов $K(Cl,Br)$ с переменным составом из водных растворов. Выбор изоморфно-смешанных щелочно-галоидных кристаллов в качестве объекта изучения обусловлен наличием установившихся представлений о механизмах дефектообразования в кристаллах KCl и KBr под действием радиации [2]. Изучение кинетики образования и роста смешанных кристаллов из водных растворов под облучением позволит выяснить, как влияет рентгеновское излучение на скорость кристаллизации подобных систем.

Эксперименты проводились с пересыщенными растворами $KCl(KBr)-H_2O$. Насыщенные растворы KCl и KBr приготавливались при температуре $30^\circ C$ в дистиллированной воде, а затем смешивались до необходимой концентрации в термостатируемой кювете. При этом одна кювета помещалась под излучение, а вторая оставалась контрольной. Далее в кюветы вводились одинаковые по размеру затравки, выращенные как под излучением, так и без него [3]. После того, как затравки помещались в кювету, при помощи термостата путем понижения температуры задавалось необходимое пересыщение. Поскольку при росте кристалла раствор со временем обедняется, то температуру термостата постепенно понижали на $1,5^\circ C$ в час. Источником излучения служила установка УРС-1.0, при токе 15 mA и напряжении на трубке (Fe, Cu) 45 кВ. По истечению определенных промежутков времени (3, 6 и 9 часов) измерялся весовой прирост как контрольных кристаллов, так и кристаллов полученных в поле рентгеновского излучения [4]. Для каждой исследуемой концентрации проводилась серия экспериментов и измерялось среднее значение весового прироста кристаллов. По результатам эксперимента были построены зависимости скорости весового прироста от концентрации $KBr-H_2O$ в водном растворе KCl (рис.1). Как видно из рис.1 скорость кристаллизации в поле рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda=1,54 \text{ \AA}$ выше, чем контрольных, а так же кристаллов, полученных в поле излучения с длиной волны $\lambda=1,937 \text{ \AA}$. В то же время, на основании проведенных ранее экспериментов по кристаллизации из водных растворов смешанных кристаллов $K(Cl,Br)$ в поле рентгеновского излучения с различной длиной волны было установлено, что инкубационный период увеличивается с увеличением энергии падающего излучения для всех исследуемых концентраций ионов Br^- в основном растворе [5].

В настоящее время хорошо изучены кинетика и механизм радиационно-химических реакций в водных растворах, инициированных действием излучения, а так же свойства промежуточных продуктов данных реакций и влияние их на структуру полученных

кристаллов [6-8]. Известно, что одной из важных функций растворителя является доставка вещества к растущей грани. В неперемешиваемом растворе поступление вещества обеспечивается диффузией. Увеличение скорости растущих кристаллов в поле рентгеновского излучения можно объяснить увеличением скорости диффузии. На скорость диффузии существенное влияние оказывают примеси H^+ и OH^- . Они имеют аномально высокую подвижность и поэтому должны способствовать разупорядочению структуры раствора. Действие же рентгеновского излучения на водные растворы щелочно-галогидных солей приводит к образованию ионов и радикалов OH^- и H^+ , соответственно скорость роста смешанных кристаллов должна увеличиваться по отношению к контрольным кристаллам, что хорошо согласуется с экспериментальными данными (рис.1.). Увеличение же инкубационного периода смешанных кристаллов в поле рентгеновского излучения происходит благодаря разрушению кластеров, вследствие локального нагрева области раствора.

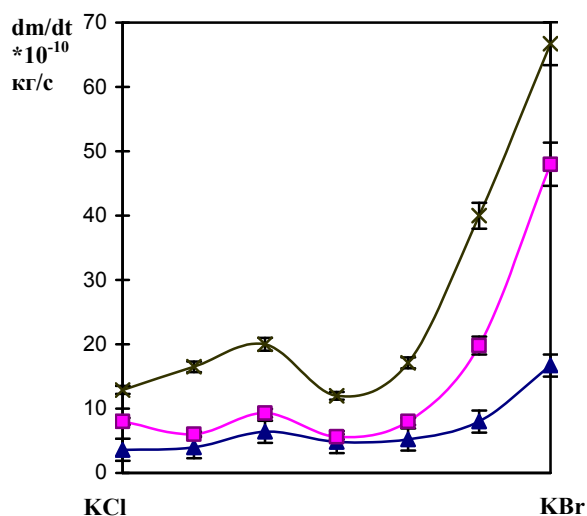


Рис.1. Зависимость средней скорости весового прироста смешанных кристаллов $K(Cl,Br)$ от состава раствора; \times -кристаллы выращивались в поле рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda=1,54\text{Å}$, \blacksquare – кристаллы выращивались в поле рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda=1,96\text{Å}$, \blacktriangle -контрольные кристаллы.

Из рис.1 видно, что зависимость весового прироста кристаллов от состава раствора имеет вид экспоненциальной кривой с небольшим максимумом в районе 20%-40%, т.е. скорость весового прироста увеличивается с увеличением ионов Br^- в основном растворе. Эти результаты можно объяснить тем, что при протекании окислительно-восстановительных процессов в водно-солевых растворах в присутствии ионов Cl^- и Br^- под действием излучения, происходит образование смешанных коротко живущих анион-радикалов $ClBr^-$, а так же анион-радикалов Cl_2^- и Br_2^- , при увеличении концентрации ионов Br^- в растворе равновесие сдвигается в сторону возникновения частиц Br_2^- , которые возникают благодаря окислению ионов Br^- анион-радикалами Cl_2^- [6].

Таким образом, действие рентгеновского излучения приводит к увеличению скорости роста смешанных кристаллов, что связано с увеличением скорости диффузии. При увеличении концентрации ионов Br^- в основном растворе KCl (свыше 40-50%) скорость роста смешанных кристаллов $K(Cl,Br)$ в поле рентгеновского излучения увеличивается по сравнению с кристаллами, полученными из растворов KCl и KBr .

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобр РБ.

Список литературы

1. А.М. Колодинский. Вестник Гродн. дзярж. універсітэта. Серыя 2. Прыродазнаўчых навук, 2, 83 (2002).
2. А.А. Ботаки, А.А. Воробьев, В.Л. Ульянов. Радиационная физика ионных кристаллов. Атомиздат, М. (1980). 207с.
3. А.А. Колодинский, Н.Г. Соколовская, В.В. Война. ВИТТ-2001. Материалы IV Междунар. конф. Мн., 158, (2001).