

Какиев Сапар Зулпукарович,
Садыкбекова Айкокул Омаракуновна –
аспиранты, Жеңишбек уулу Эрлан, Дуйшобай
кызы Нурданат-магистранты,
Ошский государственный университет
E-mail: sadykbekova@bk.ru, kakiev.2018@mail.ru.

ВЛИЯНИЯ ПРИМЕСЕЙ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАТИОННЫХ ВАКАНСИЙ ЦГК

В данной работе изучено влияния одновалентных и двухвалентных примесей на температурную зависимость относительной концентрации катионных вакансий в щелочно-галогидных кристаллах. Показано, что в ходе неизотермических релаксационных процессов изменяется относительная концентрация одиночных катионных вакансий. Это изменение носит многостадийный характер. Имеются температурные стадии уменьшения и возрастания концентрации катионных вакансий в облученных кристаллах. Это свидетельствует о том, что в облученных кристаллах имеется несколько видов стоков и истоков катионных вакансий. Характер изменения относительной концентрации катионных вакансий в ходе релаксационного процесса, зависит от происхождения кристаллов, наличия примесей и их концентрации.

Ключевые слова: катионная вакансия, облученные кристаллы, примесь, ионная электропроводимость, термический отжиг.

Kakiev Sapar Zulpukarovich,
Sadykbekova Aikokul Omarakunovna- graduate
students, Jenishbek uulu Erlan., Dyishobai kyzy
Nurdanat- master students, Osh state university

THE EFFECT OF IMPURITIES ON THE TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE RELATIVE CONCENTRATION OF CATIONIC VACANCIES

In this paper, the influence of monovalent and divalent impurities on the temperature dependence of the relative concentration of cationic vacancies in alkaline halide crystals is studied. It is shown that the relative concentration of single cationic vacancies changes during non-isothermal relaxation processes. This is a multi-step process. There are temperature stages of decreasing and increasing the concentration of cationic vacancies in irradiated crystals. This suggests that there are several types of effluents and sources of cationic vacancies in irradiated crystals. The nature of the change in the relative concentration of cationic vacancies during the relaxation process depends on the origin of the crystals, the presence of impurities and their concentration.

Key words: cationic vacancy, irradiated crystals, impurity, ionic conductivity, thermal annealing

Введение. Многие физические свойства твердых тел связаны с процессами перемещения в кристалле подвижных дефектов кристаллической решетки, в частности ионными вакансионными дефектами.

Исследование различных физических свойств твердых тел, обусловлено тем, что радиационно наведенные дефекты в нем определяют многие ценные в практическом отношении свойства.

Важные сведения о механизмах релаксационных процессов, протекающих в облученных рентгеновскими лучами щелочно-галогидных кристаллов (ЩГК) могут быть получены путем сопоставления экспериментальных результатов полученных комплексными (оптическими, люминесцентными, электрическими и др.) методами проведенных в одинаковых условиях. Анализ совокупности экспериментальных результатов показывает, что температурные интервалы этих процессов совпадают между собой.

Известно, что в результате действия рентгеновского облучения в ЩГК создаются различного рода микродефекты, в частности, катионных вакансий (V_C^- , катионные играют значительную роль в электрических, оптических, люминесцентных и других процессов в ионных кристаллах. Ранее нами [1-5] изучалось термический распад и тушения свечения радиационно-наведенных центров окраски в ионных кристаллах и определена роли V_C^- , ($V_a^+V_C^-$) и установлено, что V_C^- являются катализаторами в этих процессах.

Экспериментальная часть. В данной работе было исследовано влияния примесей на температурную зависимость относительной концентрации радиационно наведенных катионных вакансий в щелочно - галогидных кристаллах.

В кристаллической решетке имеются различные подвижные микродефекты, которые обуславливают взаимопревращение радиационных микродефектов. Одним из видов подвижных микродефектов являются катионные вакансии (V_C^-). Наличие V_C^- можно определять по ионной электропроводности кристаллов. В щелочно галогидных кристаллах (ЩГК) ионной проводимости (ИП) определяется одиночными свободными V_C^- , в том числе и освобожденными из комплексов, содержащих V_C^- . Температурная зависимость относительной ИП $\lg(\delta_R/\delta_0)$ кристаллов характеризует температурное изменение относительной концентрации катионных вакансий ($\Delta n_{V_C^-}$) обусловленное предварительным действием радиации.

Нами была измерена температурная зависимость ИП рентгенизованных ($\lg\delta_R$) и нерентгенизованных ($\lg\delta_0$) кристаллов KCl различного происхождения, а также KCl с различными примесями. На рис. 1 приведены соответствующие данные для KCl. Как видно из этих данных, значения ИП в соответствующих температурах меньше для облученных кристаллов ($\lg\delta_0$) (кр.1), т.е. при нагреве облученных кристаллов происходит уменьшение относительных значений ИП. По мере нагрева кристалла это различие значений между ИП облученного и необлученного кристалла уменьшается и при $T > 450\text{K}$ значения ИП кристаллов становятся одинаковыми.

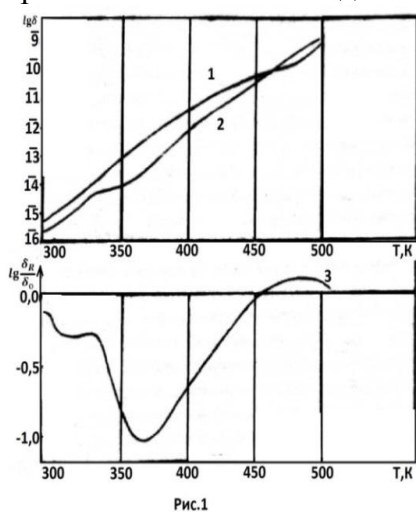


Рис. 1. Температурная зависимость ИП кристалла KCl: 1-необлученный, 2-облученный рентгеновскими лучами при 290K в течение 90 минут, 3-относительная ИП возбужденного кристалла KCl.

Термический отжиг радиационного изменения относительной ИП кристаллов $1g(\delta_R/\delta_0)$ (кр. 3.), характеризующей относительное изменение концентрации радиационных свободных V_C^- уменьшается интервале 330-370К, а в интервалах 370-450 К происходит увеличение концентрации V_C^- . Эти изменения концентрации V_C^- обусловлены предварительным воздействием на кристалл рентгеновского излучения. По характеру изменения $1g(\delta_R/\delta_0)$ можно сделать определенные заключения о процессах, протекающих в облученных рентгеновскими лучами КСІ интервале 290-450 К.

Рассмотрим влияние одновалентных и двухвалентных примесей на изменение относительной ИП кристаллов. Экспериментальные данные, описывающие температурную зависимость относительной концентрации в кристалла КСІ-Ag с различным содержанием активатора Ag, приведены на рис. 2.

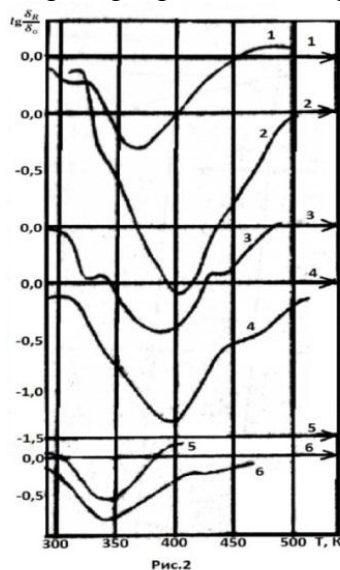


Рис. 2. Кривые температурной зависимости относительной ИП возбужденных КСІ-Ag с различной концентрацией Ag: 1-0,00м%, 2-0,01%, 3-0,05м%, 4-0,1 м%, 5-0,5м%, 6-1,0м%.

Как видно из рис.2 в кристаллах с малым содержанием серебра уменьшенные концентрации V_C^- происходит в интервале 310-400 К, в интервале 400-500 К происходит немонотонное возрастание концентрации V_C^- . В кристаллах с большим содержанием активатора уменьшение концентрации V_C^- происходит в интервале 300-350 К и в интервале 350-410 К возрастает. Отсюда следует, что с увеличением концентрации активатора возрастает интенсивность процессов, приводящих к убыли концентрации V_C^- в облученных КСІ-Ag в интервале 300-350 К.

Таким образом, введение серебра в КСІ приводит к изменению относительной концентрации V_C^- различных интервалах температур. Следовательно, существует несколько процессов, ведущих к убыли и росту относительной концентрации V_C^- .

Рассмотрим влияние двухвалентной примеси Са и ее концентрации на температурную зависимость изменения относительной ИП кристаллах. Соответствующие результаты представлены на рис. 3.

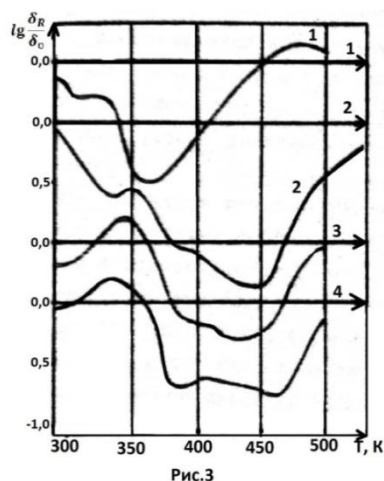


Рис.3

Рис. 3. Кривые температурной зависимости ИП возбужденных кристаллов KCl с различной концентрацией Ca :1- 0,000м%, 2- 0,005м% ,3-0,05м%, 4-0,5м%.

После введения примеси Ca в KCl образуются новые температурные стадии изменения относительной ИП. В KCl-Ca (0,05м%) (кр.2) в интервале 290-340 К усиливается стадия уменьшения концентрации V_c^- и при в 350-450 К возникает еще одна стадия уменьшения концентрации V_c^- .

С увеличением концентрации примеси Ca температурная стадия убыли концентрации в интервале 350-450 К сохраняется, а стадия ее возрастания в интервале 330-350 К усиливается. Восстановление концентрации V_c^- в кристаллах KCl-Ca происходит в интервале 450-500 К.

Эти результаты свидетельствуют о том, что после облучения в KCl-Ca образуются дополнительные стоки и истоки V_c^- .

Рассмотрим результаты исследования температурной зависимости относительной ИП кристалла KCl-Ag с дополнительной примесью Ca. На рис. 4 приведены кривые температурной зависимости относительной концентрации V_c^- для кристаллов KCl, KCl-Ag(0.2м%), KCl-Ca(0.5м%) и KCl-Ag(0.2м%)+Ca(0.5моль%).

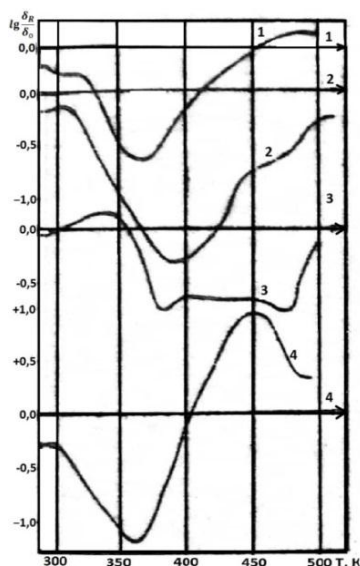


Рис.4

Рис.4.. Кривые температурной зависимости относительной ИП возбужденных кристаллов KCl с разными примесями: а) 1- KCl, 2- KCl-Ag 0.2м%, 3- KCl-Ca 0,5м%, 4- KCl-Ag 0,2м%, Ca 0,5 м%.

Как видно из этих данных в интервале 300-360 К наблюдается уменьшение концентрации V_c^- , и в интервале 360-450 К происходит ее интенсивное возрастание. Причем и для KCl в интервале 400-450 К значение концентрации V_c^- в облученных кристаллах превышает ее значение в необлученных кристаллах. В кристалле KCl-Ag + Ca, начиная с 450 К концентрация V_c^- уменьшается.

Таким образом, ход температурного изменения относительной концентрации V_c^- в KCl - Ag + Ca происходит в трех температурных стадиях. Сравним эти результаты с данным для KCl, содержащих примеси Ca. Это может позволить установить механизм процессов, приводящих к температурному изменению концентрации в KCl-Ag. Из сравнения следует, что в кристалле KCl, содержащем одновременно примеси Ag и Ca, скорость убыли концентрации V_c^- в интервале 300-330 К больше, чем в KCl, содержащими только Ag. Более того в KCl содержащей только Ca в этом интервале температур концентрация V_c^- не уменьшается. Отсюда следует, что основной причиной существенного уменьшения концентрации V_c^- в этом интервале температур является наличие ионов Ag. Наличие ионов Ca усиливает этот процесс, уменьшения концентрации V_c^- в кристаллах с примесью Ag.

Экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что в KCl разными примесями, в различных интервалах температур термический отжиг радиационных свободных катионных вакансий протекает под действием различных процессов.

Выводы:

1. Температурная зависимость ионной электропроводности необлученных и облученных кристаллов $\lg \delta_R/\delta_0$, характеризует температурную зависимость относительной концентрации одиночных V_c^- , обусловленную действием на кристалл радиации.

2. Показано, что в ходе неизотермических релаксационных процессов изменяется относительная концентрация одиночных V_c^- . Это изменение носит многостадийный характер — имеются температурные стадии уменьшения и возрастания концентрации V_c^- в облученных кристаллах. Это свидетельствует о том, что в облученных кристаллах имеется несколько видов стоков и истоков V_c^- .

3. Характер изменения относительной концентрации V_c^- в ходе релаксационного процесса зависит от происхождения кристаллов, наличия примеси и их концентрации.

Литература:

1. **Арапов Б.** Люминесценция и распад радиационных дефектов в ЩГК [Текст] / А.А.Орозбаева, Г.Т. Кайназарова /Известия Кыргызского государственного технического университета имени И. Раззакова, Бишкек: 2016, №3(39), часть 1, –С. 444-449.
2. **Арапов Т.Б.** Ионно-диффузионные механизмы тушения свечения радиационно-наведенных центров в ЩГК [Текст] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, импакт – фактор РИНЦ (2016)-0,764, -Москва; 2016, №7, часть 5, –С. 783-785,
3. **Арапов Т.Б.** Механизм и кинетика тушения свечения центров в ионных кристаллах [Текст]: / Т.Б. Арапов, Б.А. Арапов // Монография.– Бишкек: Илим, 2007. – 147с.
4. **Арапов Т.Б.** О роли ионного распада фотовозбужденных центров окраски в тушении свечения KCl – Ag [Текст] /Т.Б. Арапов // –Бишкек: Вестник ТУ, Дастан. 2001. -№3. – С. 55-60.
5. **Арапов Б.А.** Образование, распад и взаимопревращения примесно-радиационных центров в ионных кристаллах. [Текст] / А.С. Усаров, М.Ж. Жанибеков и др. // Монография.–Ош , 2007. – 114с.