

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ Cl_3^- - ЦЕНТРОВ В КРИСТАЛЛАХ KCl ПРИ ПОНИЖЕНИИ СИММЕТРИИ РЕШЕТКИ КАТИОНАМИ-ГОМОЛОГАМИ, ПЛАСТИЧЕСКОЙ И УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

З. Аймаганбетова, К. Бижанова*, К. Шункеев

Актюбинский государственный педагогический институт

*Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова

В работе методом абсорбционной спектроскопии исследованы эффективности созданных рентгеновской радиацией Cl_3^- -центров в кристаллах KCl в поле катионов-гомологов, пластической и упругой деформации. Впервые зарегистрирована полоса поглощения в области спектра поглощения, характерная для междоузельного иона галогена - (Cl_i^-) входящего в состав $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$, $(Cl_3^-)_{aca} Na_i^+ Cl_i^-$ и $(Cl_3^-)_{aca} Sr_c^+ Cl_i^-$ -центров в кристаллах KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr.

В кристаллах KCl-Li и KCl-Sr в поле катионной вакансии $(Li_{ic}^+ v_c^-, v_c^- Sr_c^+)$ установлены механизмы образования $V_{4A} = (Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$ и $V_{2A} = (Cl_3^-)_{aca} Sr_c^+ Cl_i^-$ - центров, соответственно, в пластически деформированных кристаллах KCl в поле дивакансии $(v_c^- v_a^+) - V_2 = (Cl_3^-)_{aca}$ - центров, а в поле квартетов $[2(v_c^- v_a^+)]$ вакансии - $V_3 = [(Cl_2)_2]_{acac}$ - центров.

Введение

Экспериментально установлено, что в кристалле KCl после рентгеновского облучения при температуре выше температуры делокализации (> 50 К) междоузельных атомов галогена в результате их взаимодействия между собой в регулярных узлах решетки образуются как изолированные $(Cl_3^-)_{aca}$ -центры, так и ассоциированные $(Cl_3^-)_{aca} K_i^+ Cl_i^-$ -центры с максимумами спектров поглощения при 5,3 эВ и 4,9 эВ, соответственно [1, 2]. $(Cl_3^-)_{aca}$ - и $(Cl_3^-)_{aca} K_i^+ Cl_i^-$ - центры имеют полосы поглощения в области спектра соответствующих Cl_3^- -молекулам и их по классификации Дорендорфа [3] называют V_2 - и V_4 -центрами, соответственно. По продуктам фотодиссоциации Cl_3^- - центров, которые являются $H (Cl_2^-)_{ca}^-$ - и $V_F (X_2^-)_{aca}^-$ - центры установлено, что Cl_3^- занимает два анионных и одно катионное место кристаллической решетки [1, 2]. В связи с этим представляется целесообразным исследование механизмов образования и структуры Cl_3^- - центров при понижении симметрии решетки катионами-гомологами, пластической и упругой деформации.

В настоящей работе для детального исследования механизмов образования Cl_3^- - центров в кристаллах KCl были применены различные внешние воздействия приводящие к понижению симметрии решетки. Механизмы радиационного создания Cl_3^- -центров в поле легкого катиона установлены на основе кристаллов KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr, в поле вакансионных дефектов на основе кристаллов KCl, пластически деформированных ($\varepsilon=4-5\%$) при 300 К, в поле упругого напряжения ($\varepsilon=0,9\%$) на основе кристаллов KCl, упругодеформированных при 80 К.

Активированные KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr и чистые кристаллы KCl были приготовлены на основе высокотехнологичной методике, разработанной в Институте физики Тартуского университета (Эстония).

Экспериментальные результаты

Спектры поглощения радиационных дефектов, наведенных радиацией, измерялись при 80 К на спектрофотометре "Specord UV VIS" в интервале спектра 1,6÷6,2 эВ. Для

расширения спектрального диапазона до 6,5÷6,6 эВ, через оптическую систему спектрофотометра продувался прозрачный в этой области газообразный аргон. Удаление из области хода лучей кислорода, сильно поглощающего в районе спектра 6,2÷6,6 эВ, позволило регистрировать спектр поглощения междуузельных ионов галогена, входящих в состав Cl_3^- - центров в кристаллах KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr.

Спектры поглощения кристаллов измерялись с помощью металлического криостата, внутри которого был помещен кварцевый криостат. Этот методический прием продиктован тем, что с помощью металлического криостата невозможно регистрировать спектры поглощения кристаллов из-за интенсивного выделения паров технического масла, абсорбированные на поверхность кристалла со стены криостата, особенно тогда, когда требуется измерения после отжигов, которые сопровождаются нагревом кристалла до определенных температур соответствующие термическому разрушению конкретных радиационных дефектов.

В качестве ионизирующего излучения применялись рентгеновские лучи от установки РУП-120, работающих в режиме 120 кВ, 5мА.

Понижение симметрии решетки кристалла KCl катионами-гомологами

На основе абсорбционной спектроскопии кристаллов с применением импульсных отжигов кристаллов были выделены спектры поглощения Cl_3^- - центров в кристаллах KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr (Рис.1).

Следует обратить внимание на тот факт, что зарегистрирована полоса поглощения в области спектра поглощения при 6,35-6,4 эВ, характерная для междуузельного иона галогена - (Cl_i^-) входящего в состав $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$, $(Cl_3^-)_{aca} Na_i^+ Cl_i^-$ и $(Cl_3^-)_{aca} Sr_c^+ Cl_i^-$ -центра в кристаллах KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr.

В кристаллах KCl-Li и KCl-Na радиацией преимущественно создается вместо основного катиона междуузельный примесный катион-гомолог - Li_i^+ и Na_i^+ , ассоциированный междуузельным галогеном с образованием - $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$ и $(Cl_3^-)_{aca} Na_i^+ Cl_i^-$ - центров, соответственно. В кристалле KCl-Sr (из-за компенсации заряда) до рентгеновского облучения в решетке образуется комплекс $Sr^{++} V_c^-$ и, поэтому, взаимодействия двух междуузельных атомов галогена происходят практически в месте катионной вакансии слегка возмущенной зарядом стронция, занимающего катионный узел решетки, с образованием $(Sr^{2+})_c^+ (Cl_3^-)_{aca} (Cl_i^-)$ - центров.

Из рисунка 1 видно, что в зависимости от размера междуузельного катиона (M_{Ai}^+) максимум спектра поглощения $(Cl_3^-)_{aca} M_{Ai}^+ Cl_i^-$ - центров смещается от положения чистого Cl_3^- - центра, т.е. чем больше размер катиона, тем больше смещается в сторону низких энергии. Например, в чистом кристалле KCl $(Cl_3^-)_{aca} K_i^+ Cl_i^-$ - центры имеют максимум спектра поглощения при 4,9 эВ, в кристалле KCl-Na $(Cl_3^-)_{aca} Na_i^+ Cl_i^-$ - центры имеют максимум спектра поглощения при 5,05 эВ, в кристалле KCl-Li $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$ - центры имеют максимум спектра поглощения при 5,1 эВ. В кристалле KCl-Sr, где по структуре центров отсутствует междуузельный катион $(Cl_3^-)_{aca} (Sr^{++})_c^+ Cl_i^-$ - центры имеет максимум относительно Cl_3^- - центра со стороны высоких энергии при 5,6 эВ. Доказательством того, что в состав $(Cl_3^-)_{aca} M_{Ai}^+ Cl_i^-$ - центров входит междуузельный ион хлора (Cl_i^-) является спектр поглощения с максимумом при 6,35-6,4 эВ, характерный для междуузельного иона галогена в щелочногалогидном кристалле (ЩГК).

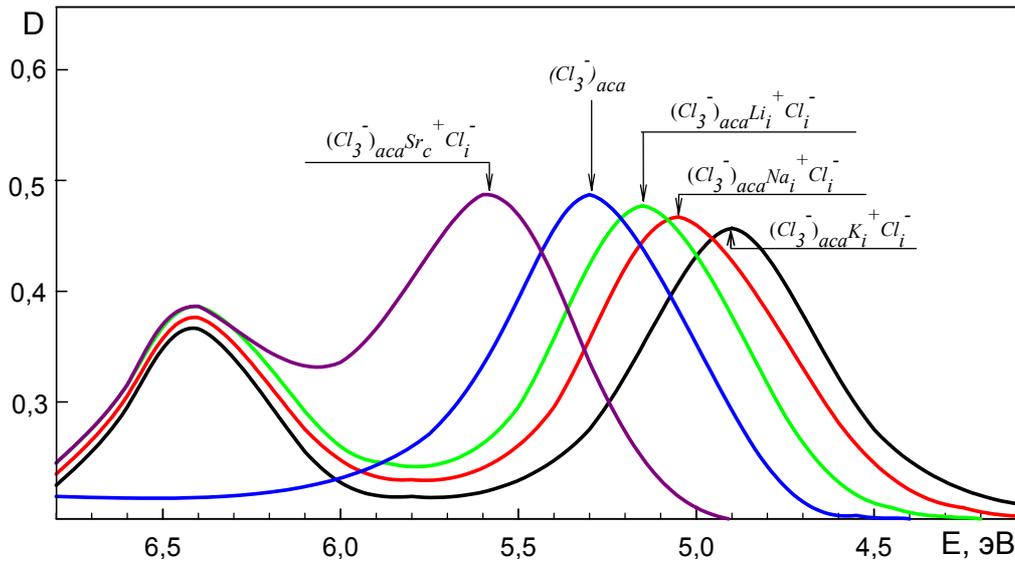


Рисунок 1 - Нормированный спектр поглощения $(Cl_3^-)_{aca}^0$ - центров (KCl), $(Cl_3^-)_{aca} Li^+ Cl_i^-$ - центров (KCl-Li), $(Cl_3^-)_{aca} Na^+ Cl_i^-$ - центров (KCl-Na) и $(Cl_3^-)_{aca} (Sr^{++})_c^+ Cl_i^-$ - центров (KCl-Sr)

В спектре поглощения чистого Cl_3^- - центра имеется один максимум при 5,3 эВ без полосы поглощения при 6,4 эВ, характерной междуузельным ионам галогена, как в случае $(Cl_3^-)_{aca} M_{Ai}^+ Cl_i^-$ - центров.

Критерием реализации механизма образования катионных френкелевских дефектов при ассоциации двух междуузельных атомов галогена в поле катиона-гомолога является тот факт, что в кристаллах KCl радиус примесного (r_{Li}) или собственного (r_K) катиона должен быть меньше радиусов тетраэдрической пустоты ($r_{Li} < r_\tau$ и $r_K < r_\tau$) и «окна» ($r_{Li} < r_x, r_K < r_x$) в тетраэдрическую пустоту по направлению $\langle 111 \rangle$.

Согласно полученным расчетным данным исследуемые кристаллы можно условно разделить на три группы:

1) $r_c > r_\tau$ и $r_c > r_x$. В этот класс входит кристалл KCl для которого радиус собственного катиона (r_c) превышает как радиус тетраэдрической пустоты (r_τ), так и радиус "окна" (r_x), т.е. $r_\tau / r_c = 0,84$, $r_x / r_c = 0,57$. Поэтому в кристалле KCl процесс создания катионных френкелевских дефектов при ассоциации $H-H_A$ взаимодействия должен быть затруднен.

2) $r_c < r_\tau$ и $r_c > r_x$. В этот класс входят кристаллы KCl-Na, где катион вполне может находиться в междуузельной пустоте решетки ($r_\tau / r_c = 1,15$), однако для этого процесса существует определенный барьер, так как радиус катиона превышает радиус "окна", который он должен преодолеть ($r_x / r_c = 0,78$).

3) $r_c < r_\tau$ и $r_c < r_x$. В кристалле KCl-Li ион лития беспрепятственно может попасть в междуузелье, так как его радиус меньше как радиуса "окна", так и радиуса тетраэдрической пустоты ($r_\tau / r_{Li} = 1,66$ и $r_x / r_{Li} = 1,12$).

На основании вышесказанных расчетных данных можно предположить, что для чистого кристалла KCl образование катионных френкелевских дефектов требует больших затрат энергий для "проталкивания" катиона через "окно", состоящий из ближайших анионов в тетраэдрическую пустоту. Поэтому при взаимодействии двух H -центров около иона лития легко образуется $(Cl_3^-)_{aca} Li^+ Cl_i^-$ - центры по аналогии $(Cl_3^-)_{aca} (Sr^{++})_c^+ Cl_i^-$ - центрами в кристалле KCl-Sr по схеме указанной на рисунке 4.

Понижение симметрии решетки кристалла KCl пластической и упругой деформацией

Помимо катионов-гомологов возмущающим фактором кристаллической решетки может являться и пластическая, и упругая деформация, в результате которой точечная симметрия кубических кристаллов понижается с O_h до D_{4h} .

Процесс деформирования ЩГК описывается в основном многостадийной кривой упрочнения, которая демонстрирует зависимость величины возникающей деформации от приложенного напряжения. Линейный участок кривой при значениях относительной деформации $\varepsilon=1,0-1,2$ %, где справедлив закон Гука, отражает упругую деформацию кристалла. При напряжениях выше предела упругости ($\varepsilon > 1,2$ %) деформация становится пластической, т.е. после снятия внешней нагрузки кристалл не возвращается в исходное состояние.

Пластическая деформация кристаллов ($\varepsilon=4-5\%$) осуществлялась в условиях высокого вакуума в криостате при 300 К, упругая деформация ($\varepsilon=0,8\%$) при 80 К. Пластически деформированные кристаллы KCl облучались рентгеновскими лучами в одинаковых экспозициях (в течение 3 часов) при двух температурах: при 300 К и при 80 К, и после чего кристалл охлаждался до 80 К для измерения спектров поглощения.

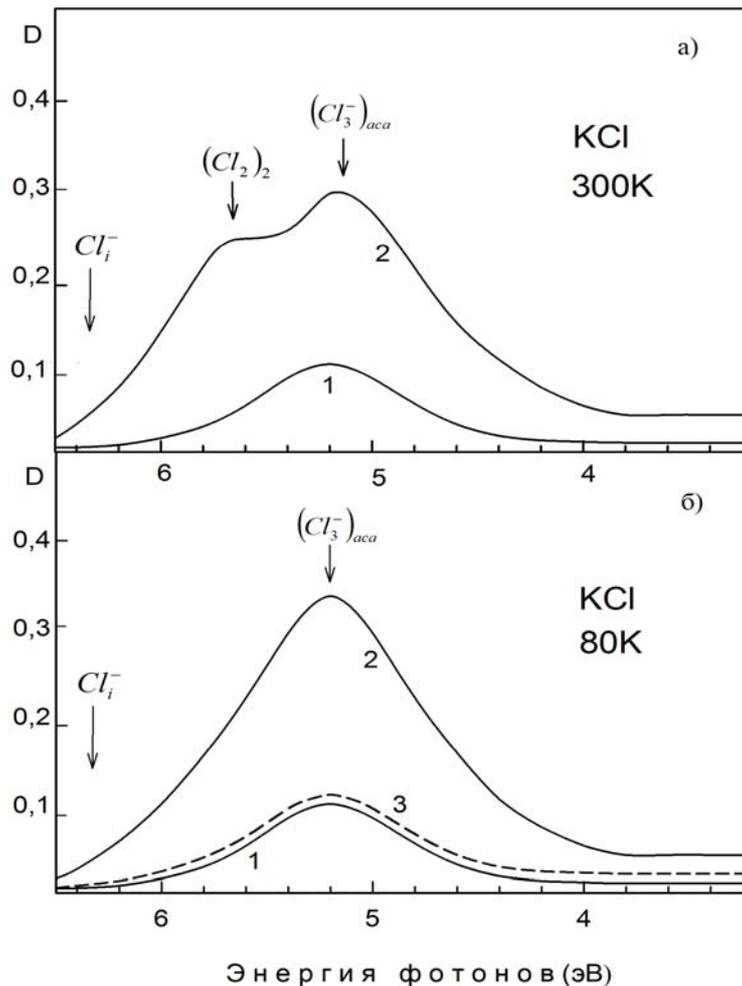
Главным индикатором влияния пластической и упругой деформации для кристаллов KCl были эффективности генерации галогенных радиационных дефектов максимумы спектров поглощения строго доказаны многочисленными экспериментами [2]. Поэтому все кристаллы как до деформации, так и после пластической или упругой деформации облучались рентгеновскими лучами в одинаковых экспозициях в течение 3 часов.

В качестве примера на рисунке 2 приведены спектры поглощения кристалла KCl.

Из рисунка 2 а, видно, что рентгеновское облучение при 300 К в предварительно пластически деформированных кристаллах KCl помимо элементарного $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центра с максимумом при 5,3 эВ создает $[(Cl_2)_2]_{aca}$ -центры с максимумом при 5,8 эВ. В таких же условиях в пластически деформированных кристаллах KCl рентгеновское облучение при 80 К генерирует элементарный $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центры с максимумом спектров поглощения при 5,3 эВ (рис. 2 б). Следует отметить, что, во-первых, отсутствуют дополнительные полосы поглощения, характерные дипольным $(Cl_3^-)_{aca}^0 M_i^+ Cl_i^-$ -центрам, во-вторых, эффективность элементарных $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центров возрастает более чем в 3 раза, по сравнению с не деформированным кристаллом KCl (сравните кривых 1 и 2, рис. 2).

Следует особо отметить, что после пластической деформации кристалла KCl отсутствует полоса поглощения при 6,35 эВ, зарегистрированная в кристаллах KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr (рис.1). Это свидетельствует о том, что в процессе ассоциации междоузельных атомов галогена в пластически деформированных кристаллах KCl создается «чистый» $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центр. Как правило, междоузельный ион галогена (Cl_i^-) стабилизируется в поле междоузельного катиона (M_i^+), в результате в решетке образуется диполь, состоящий из междоузельного катиона и аниона ($M_i^+ Cl_i^-$). Отсутствие спектра поглощения характерного для междоузельного иона галогена (Cl_i^-) доказывает, что в пластически деформированном кристалле KCl также не образуется междоузельный катион (M_i^+).

По геометрическим соображениям можно предположить, что если в решетке будут созданы вакансионные дефекты, то на их базе возможно формирование элементарных $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центров.



1 - недеформированный, 2 - пластически деформированный при 300 К до 4-5%, 3 – упругодеформированный при 80 К до 0,8 %.

а - облучение при 300 К, измерение 80 К; б - облучение при 80 К, измерение 80 К.

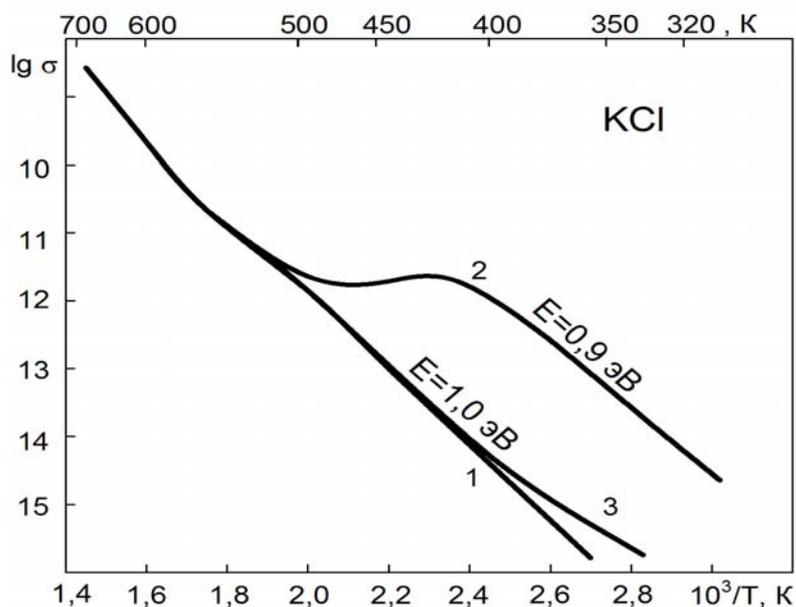
Рис.2. Спектры поглощения облученного рентгеновскими лучами (РУП-120, 5 мА, 120 кВ) в изодозном режиме в течение 3 часов кристаллов КСl

С этой целью была измерена ионная проводимость кристалла КСl после пластической деформации, результаты которые представлены на рисунке 3. Из рисунка 3 следует, что до и после пластической деформации имеем энергию активации в пределах $\varepsilon = 0,9-1,0$ эВ, соответствующую ассоциативной проводимости, которая проявляется в результате диссоциации дивакансии ($v_c^- v_a^+$) в указанном интервале температур. Однако, проводимость после пластической деформации кристалла КСl увеличивается практически на два порядка, т.е. во столько раз увеличивается концентрация дивакансии ($v_c^- v_a^+$).

Таким образом, по увеличению эффективности образования $(Cl_3^-)_{aca}^0$ - центров и ассоциативной проводимости в пластически деформированном кристалле КСl по сравнению с недеформированным кристаллом можно заключить, что пластическая деформация осуществляемая при 300 К создает дивакансию ($v_c^- v_a^+$).

Вместо с тем было изучено влияние упругой деформации на процесс эффективности образования $(Cl_3^-)_{aca}^0$ - центров в кристаллах КСl. Известно [1], что источником всех стабильных радиационных дефектов ЩГК является безызлучательный распад анионных экситонов на первичные радиационные дефекты, так называемые френкелевские пары

дефектов – F , H . Их дальнейшая стабилизация в решетке осуществляется путем преобразования более сложных агрегатизаций путем взаимодействия между собой.



1 - до деформации, 2 – после пластической деформации (4-5%) при 300 К, 3 – после низкотемпературной (80 К) упругой деформации.

Рис.3. Ионная проводимость кристалла KCl

Если при упругой деформации кристаллов в анионном узле решетки остается еще достаточно места для размещения междоузельного атома галогена, то создается благоприятное условие для выживания H -центра как изолированного, так и ассоциированного с другими дефектами решетки.

Если при упругой деформации кристаллов в анионном узле решетки из-за сокращения межионного расстояния становится недостаточно места для размещения междоузельного атома галогена, то срабатывает процесс схлопывания пока еще не разделенных F , H – пар с восстановлением кристаллической решетки.

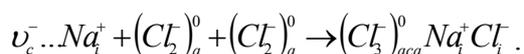
Экспериментальные результаты свидетельствуют об отсутствии влияния низкотемпературной упругой деформации на эффективность радиационного создания $(Cl_3^-)_{acc}^0$ -центра в кристалле KCl (рис. 2 б, кривая 3). Это говорит о большой устойчивости по отношению к геометрическому фактору процесса распада на F , H -пары в этих кристаллах. Такая благоприятная ситуация сохраняется согласно расчетным данным для кристаллов KCl до 36 %. Возможно, это является одной из причин отсутствия в кристаллах KCl и KBr уменьшения эффективности радиационного дефектообразования при понижении температуры до температуры жидкого гелия [1]. Об отсутствии генерации вакансионных дефектов после низкотемпературной упругой деформации свидетельствует измерение ионной проводимости кристалла KCl (рис. 3, кривая 3).

Заключение

Исследования эффективности радиационного создания Cl_3^- - центров в кристаллах KCl с учетом структуры и спектрального состава позволили установить их механизмы образования при взаимодействии подвижных междоузельных атомов галогена в поле катионов-гомологов, вакансионных дефектов пластической деформации и напряжения низкотемпературной упругой деформации.

На основе кристаллов KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr установлены закономерности расположения по спектральному составу $(X_3^-)_a^0 M_i^+ X_i^-$ - центров в зависимости от размера катиона-гомолога, входящего в состав данного образования. Их структура и спектральный состав аналогичны, но механизмы образования различаются.

В кристалле KCl-Na $(Cl_3^-)_{aca} Na_i^+ Cl_i^-$ -центры образуются по экситонному механизму, путем взаимодействия двух междоузельных атомов галогена в поле катионных френкелевских дефектов $-(\nu_c^- \dots M_i^+)$, при распаде автолокализованного анионного экситона по следующей реакции:



Экспериментальные результаты по абсорбционной спектроскопии и расчеты по созданию междоузельных катионов в кристалле KCl-Li показывают, что реакция взаимодействия подвижных междоузельных атомов галогена вблизи $Li_{ic}^+ \nu_c^-$ является энергетически выгодной, так как Li_{ic}^+ смещен от центрального положения в междоузлии по направлению $\langle 111 \rangle$ [4]. В кристаллах KCl-Li $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$ -центры образуются по ассоциативному механизму, путем взаимодействия двух междоузельных атомов галогена в поле $Li_{ic}^+ \nu_c^-$ по следующей реакции [5] (рисунок 4):

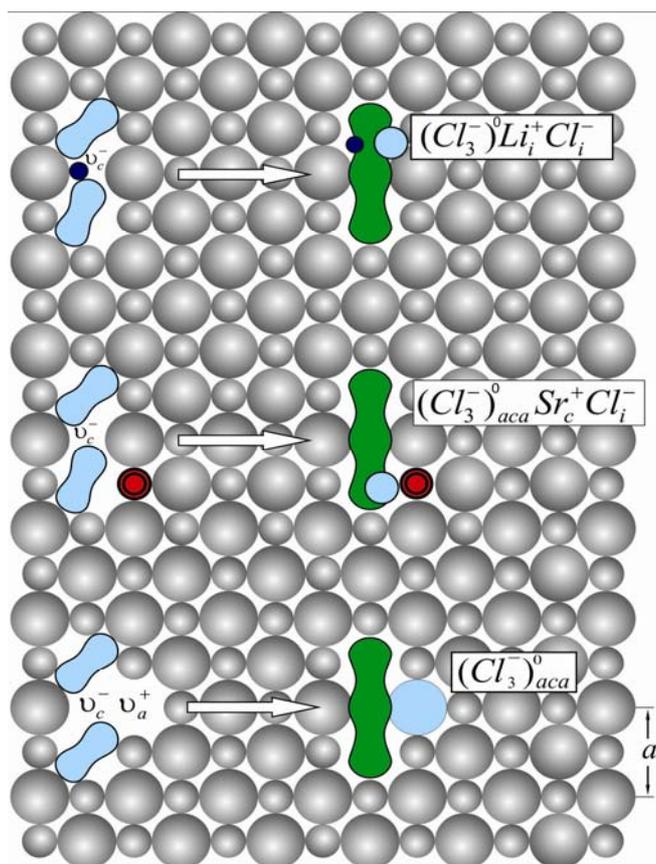
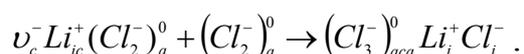
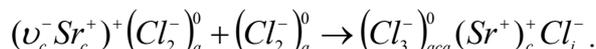


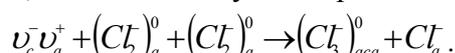
Рисунок 4 – Схема взаимодействия двух H - центров в поле $Li_{ic}^+ \nu_c^-$, $Sr_c^{++} \nu_c^-$ и дивакансии $(\nu_c^- \nu_a^+)$ с образованием $(Cl_3^-)_{aca} Li_i^+ Cl_i^-$, $(Cl_3^-)_{aca} Sr_c^+ Cl_i^-$ и $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центров в кристаллах KCl-Li, KCl-Sr и пластически деформированном KCl, соответственно [5, 6]

В кристалле KCl-Sr для сохранения электронейтральности решетки образуется диполь, состоящий из стронция в катионном узле и катионной вакансии - $Sr_c^{++}v_c^-$.

Для такой системы нет необходимости выталкивать катион в междоузлие при ассоциации H -центров, так как электронейтральность кристалла KCl-Sr создает в решетке катионную вакансию в паре с двухвалентным стронцием - $Sr_c^{++}v_c^-$. Итак, в кристалле KCl-Sr ассоциация двух H -центров будет происходить около уже созданной катионной вакансии, по следующей реакции (рис. 4):



В кристалле KCl предварительно созданные пластической деформацией дивакансии ($v_c^- v_a^+$) способствуют эффективному образованию «чистых» $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центров при взаимодействии двух междоузельных атомов галогена в их поле, схематически представленной на рисунке 4, согласно следующей реакции:



Действительно, эффективное радиационное создание $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центров говорит о многочисленности дивакансий в деформированном кристалле, т. к. $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центры легко возникают при заполнении дивакансий двумя H -центрами (рис. 4). Радиационное создание $[(Cl_2)_2]_{acac}$ -центров указывает на наличие в деформированном кристалле квартетов вакансий, на базе которых при участии четырех H -центров формируется $[(Cl_2)_2]_{acac}$ -центр.

Таким образом, следует отметить, что пластическая деформация в ЩГК создает вакансионные дефекты (ди-, и квартет вакансии) и на их базе при облучении кристаллов радиационно создаются $(Cl_3^-)_{aca}^0$ и $[(Cl_2)_2]_{acac}$ -центры.

Литература

1. Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. - Москва, "Наука", 1989.
2. Лущик Ч. Б., Гиндина Р. И., Маароос А. А., Плоом Л. А., Лущик А. Ч., Пунг Л. А., Пыллусаар Ю. В., Совик Х. А. Радиационное создание катионных дефектов в кристаллах KCl. // ФТТ, 1977, т. 19, в. 12, с. 3625-3630.
3. Dorendorf H. Ultraviolette Absorbptionsbanden und photochemision veranderten KCl und KBr kristallen // Z. Phys. - 1951. - 129. p. 317-326.
4. Schoemaker D., Yasaities E. Reorientation Motions of $H_A(Li^+)$ - Center in KCl-Li⁺. // Phys. Rev., B., 1972, v. 5, p. 4970-4986.
5. Schoemaker D., Kolopus J.L., Electron Paramagnetic Resonance and Optical Absorbtion Studies of the $V_1(Li)$ Center in KCl-Li // Phys. Rev., B. - 1970. - 2, 4. p. 1148-1159.
6. Бижанова К., Шункеев К. Ассоциация междоузельных атомов галгена в кристаллах KCl в поле примеси легких катионов-гомологов. // Вестник КарГУ имени Е. Букегова, Серия физическая, № 2(58)/2010, с.9-16.
7. Бижанова К., Шункеев К. Механизмы радиационного создания X_3^- -центров в кристаллах KCl, KBr и KI при пластической и упругой деформации. // Вестник КарГУ. Серия физическая, № 2(58)/2010, с.17-24.

**КСІ КРИСТАЛДАРЫНДА КАТИОН-ГОМОЛОГТАР, ПЛАСТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ СЕРПІМДІ
ДЕФОРМАЦИЯЛАР ӘСЕРІНЕН РЕШЕТКА СИММЕТРИЯСЫ ТӨМЕНДЕГЕНДЕ Cl_3^- -
РАДИАЦИЯЛЫҚ АҚАУЛАРЫНЫҢ ПАЙДА МЕХАНИЗМДЕРІ**

З. Аймағанбетова, Қ. Бижанова, Қ. Шүңкеев

Бұл жұмыста абсорбциялық спектроскопия әдісімен КСІ кристалдарында катион-гомологтар, пластикалық және серпімді деформациялар әсерінен Cl_3^- – радиациялық ақауларының пайда болу механизмі зерттелген.

Тұңғыш рет КСІ-Li, КСІ-Na және КСІ-Sr кристалында $(Cl_3^-)_{aca}Li_i^+Cl_i^-$, $(Cl_3^-)_{aca}Na_i^+Cl_i^-$ және $(Cl_3^-)_{aca}Sr_c^+Cl_i^-$ - радиациялық ақауларының құрамына кіретін түйінаралық галоген ионына- (Cl_i^-) тән спектрлер алқабында жұту спектрі тіркелді.

КСІ-Li және КСІ-Sr кристалдарында катиондық вакансия өрісінде $(Li_{ic}^+ v_c^-, v_c^- Sr_c^+)$ $V_{4A} = (Cl_3^-)_{aca}Li_i^+Cl_i^-$ и $V_{2A} = (Cl_3^-)_{aca}Sr_c^+Cl_i^-$ - радиациялық ақаулардың, ал КСІ кристалын пластикалық деформацияәсерінен туатын дивакансии $(v_c^- v_a^+)$ өрісінде $V_2 = (Cl_3^-)_{aca}$ - ақауының, кватрет кватретов $[2(v_c^- v_a^+)]$ вакансия өрісінде – $V_3 = [(Cl_2)_2]_{acac}$ - ақауының пайда болу механизмдері тағайындалды.

**THE MECHANISMS OF Cl_3^- - CENTERS AT CRYSTALS KCl BY LOWING THE
SYMMETRY OF THE GRATING BY THE CATION-HOMOLOGS AND BY PLASTIC AND
ELASTIC DEFORMATION**

Z. Aitmagambetova, K. Bizhanova, K. Shunkeev

At work by the method of absorbtional spectroscopy were investigate the effectivenesses of creating x-ray radiation of Cl_3^- - centers at crystals KCl in the field of cation-homologs. The stripe of absorption in the area of the specter of absorption which is characterize for ion of halogen - (Cl_i^-) which is in the structure of $(Cl_3^-)_{aca}Li_i^+Cl_i^-$, $(Cl_3^-)_{aca}Na_i^+Cl_i^-$ и $(Cl_3^-)_{aca}Sr_c^+Cl_i^-$ - centers at crystals KCl-Li, KCl-Na и KCl-Sr were registered at the first time.

At crystals KCl-Li и KCl-Sr in the field of cation's vacancy $(Li_{ic}^+ v_c^-, v_c^- Sr_c^+)$ were established the mechanisms of forming of $V_{4A} = (Cl_3^-)_{aca}Li_i^+Cl_i^-$ и $V_{2A} = (Cl_3^-)_{aca}Sr_c^+Cl_i^-$ - centers, consequently at plastic deforming crystals KCl in the field of disvacancy of $(v_c^- v_a^+)$ - $V_2 = (Cl_3^-)_{aca}$ - centers, and in the field of quarts of $[2(v_c^- v_a^+)]$ vacancy of – $V_3 = [(Cl_2)_2]_{acac}$ - centers.