

К.Б.Бижанова¹, К.Ш.Шункеев²¹Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга им. Ш.Есенова, Актау;²Актюбинский государственный педагогический институт**МЕХАНИЗМЫ РАДИАЦИОННОГО СОЗДАНИЯ X_3^- -ЦЕНТРОВ В КРИСТАЛЛАХ KCl, KBr И KI ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ И УПРУГОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

Пластиклық және серпімді деформациялардан KCl, KBr және KI кристалдарының симметриялары төмендеген кездегі галогендік радиациялық ақаулардың пайда болу механизмдері абсорбциялық спектроскопия әдісімен зерттелді. KCl, KBr және KI кристалдарында құрамына пластиклық деформация әсерінен туатын ди- және квартет вакансиялар кіретін радиациялық ақаулардың $(X_3^-)_{aca}^0$ және $[(X_2)_2]_{acac}$ пайда болу мүмкіндігінің артатындығы тағайындалды. KI кристалында серпімді деформация әсерінен галогендік радиациялық ақаулардың $(X_3^-)_{aca}^0$ пайда болу мүмкіндігінің азаятындығы, ал KCl және KBr кристалдарында серпімді деформацияның әсері болмайтындығы байқалды. Есептеулер нәтижелері серпімді деформация әсері кезінде KI кристалында түйінаралық галоген атомын (H-ақау) радиациямен тудыру мүмкіндігінің күрт азайып кететіндігін, ал KCl және KBr кристалдарында, керісінше, жеңілдейтіндігі дәлелденді.

Using absorption spectroscopy the work researches the creation mechanism of halogen radiation defects in KCl, KBr and KI crystals at lattice symmetry lowering by plastic and elastic stress. It is registered that at plastic stress to KCl, KBr and KI crystals the radiation defect creation efficiency increases ($(X_3^-)_{aca}^0$ and $[(X_2)_2]_{acac}$ -centers), which content di- and quartet of vacancies created at dislocation interaction. It is registered that at KI crystal the stress leads to the radiation defect creation efficiency decrease ($(X_3^-)_{aca}^0$ -centers), but it does not influence to KCl and KBr crystals. The calculations confirm that at elastic stress in KI crystal the process of radiation-stimulated creation of interstitial halogen atom (H-center) is troubled and in KCl and KBr crystals is maintained to the considerable value of relative elastic stress.

Введение

Длительное время в качестве возмущающих факторов ближайшего окружения локализованного междоузельного атома галогена использовались катионные примеси, которые играли стабилизирующую роль подвижного H-центра [1, 2]. Помимо катионов-гомологов возмущающим фактором кристаллической решетки может являться и пластическая, и упругая деформация, в результате которой существенно понижается точечная симметрия кристаллической решетки [3–5].

В щелочно-галогидных кристаллах (ЩГК) из зарядовых соображений вакансионные дефекты должны рождаться парами, состоящими из анионных и катионных вакансий. Большинство этих пар входит в большие или меньшие скопления. Такой вывод был сделан авторами [6] на основании данных, полученных при измерении теплопроводности пластически деформированных кристаллов LiF.

Информация о создании электронных возбуждений, локализованных вблизи вакансионных дефектов решетки получены по регистрации спектров поглощения или возбуждения предварительно пластической деформированных ЩГК [3–5]. По релаксации электронных возбуждений ЩГК в поле ди- и квартет-вакансий интерпретирован эффект, что при взаимодействии дислокаций, создаваемых пластической деформацией, рождение вакансий парами энергетически более выгодно, чем создание одиночных вакансий.

На основе механических характеристик ЩГК, согласно пределу упругости (τ_c), режимы экспериментов специально выбирались по пластическому и упругому воздействию одноосной деформации кристаллов. При напряжениях выше $\tau > \tau_c$ деформация становится преимущественно пластической, а при $\tau < \tau_c$ — упругой. Причем предел упругости зависит от температуры деформации.

Поэтому пластическая деформация кристаллов осуществлялась при комнатной температуре (300 К) при $\varepsilon > 2\%$, а упругая деформация — при низкой температуре (80 К) при $\varepsilon < 1,8\%$.

Механизмы радиационного создания X_3^- -центров в ЩГК при пластической деформации

В экспериментах при пластической деформации особое внимание было сосредоточено на анализе спектров поглощения галогенных радиационных дефектов, которые являются индикаторами концентрации предварительно созданных вакансионных дефектов деформации (например, дивакансии $v_a^+v_c^-$).

Эксперименты были проведены в следующей последовательности: кристалл предварительно пластически деформировался ($\varepsilon=4-5\%$) одноосным сжатием в криостате при высоком техническом вакууме (10^{-6} Торр) при комнатной температуре, затем деформированный кристалл погружался до 80 К, и при этой температуре происходило облучение рентгеновской радиацией, после чего регистрировались спектры поглощения как при 80 К, так и после импульсного нагрева кристалла. Суть импульсных отжигов кристалла заключалась в нагреве облученного кристалла до определенной температуры, как правило, шагом через 10–20 К, и при данной температуре выдерживался 3–5 мин, а затем кристалл снова охлаждался до 80 К путем заливки жидкого азота в резервуар криостата.

Таким образом, все измерения спектров поглощения осуществлялись при 80 К.

В качестве примера на рисунке 1 приведены спектры поглощения кристалла KCl.

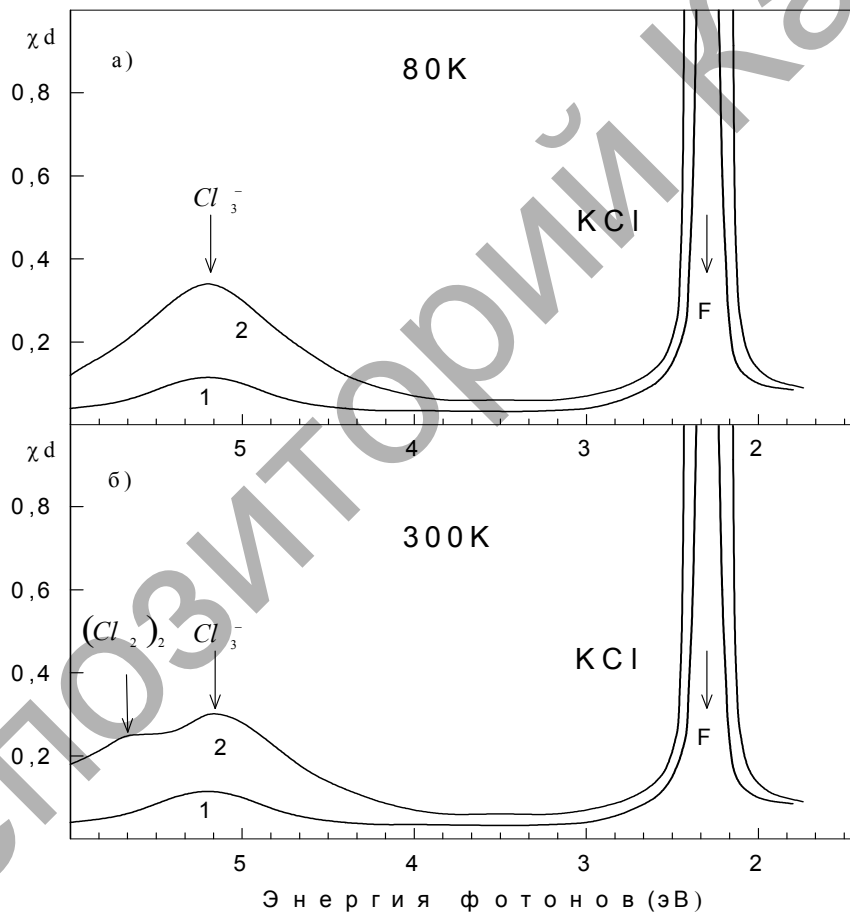


Рис. 1. Спектры поглощения X-облученных в изодозном режиме ($t=90$ мин) кристаллов KCl: 1 — недеформированный; 2 — деформированный при 300 К до 4–5 %; а — облучение при 80 К, измерение 80 К; б — облучение при 300 К, измерение 80 К

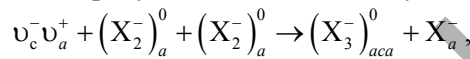
Из рисунка 1 видно, что при рентгеновском облучении при 80 К четко выделяются $(Cl_3^-)_{aca}^0$ -центры с максимумом спектров поглощения при 5,3 эВ. Следует отметить, что, во-первых, отсутствуют дополнительные полосы в спектре поглощения, характерные дипольным $(Cl_3^-)_{aca}^0 M_i^+ Cl_i^-$ -центрам,

во-вторых, эффективность элементарных $(\text{Cl}_3^-)_{aca}^0$ -центров возрастает более чем в 3 раза, по сравнению с не деформированным кристаллом КСl.

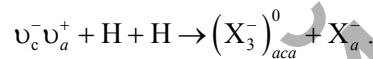
При рентгеновском облучении при 300 К предварительно пластически деформированных кристаллов КСl (измерение спектров поглощения происходило при 80 К), помимо элементарного $(\text{Cl}_3^-)_{aca}^0$ -центра аналогично кристаллу КВr [3], появляются спектры поглощения $[(\text{Cl}_2)_2]_{acac}$ -центров с максимумом при 5,8 эВ.

При рентгеновском облучении при 300 К предварительно пластически деформированных кристаллов КI, помимо элементарного $(\text{I}_3^-)_{aca}^0$ -центра (максимум спектра поглощения при 3,8 эВ) аналогично кристаллам КВr и КСl, появляются в спектрах поглощения $[(\text{I}_2)_2]_{acac}$ -центры с максимумом при 4,5 эВ.

Таким образом, в кристаллах КВr, КСl и КI предварительно образованные пластической деформацией ди($v_c^-v_a^+$)- и кватрет $2[v_c^-v_a^+]$ -вакансии способствуют образованию галогенных радиационных дефектов преимущественно $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров при взаимодействии двух междоузельных атомов галогена, схематически представленных на рисунке 2, согласно следующей реакции:



или



В заключение следует отметить тот факт, что в настоящее время структура галогенных радиационных дефектов достаточно надежно установлена и может дать информацию о структуре дорадиационных дефектов, возникающих в ходе пластической деформации. Действительно, эффективное радиационное создание $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров говорит о многочисленности ди-вакансий в деформированном кристалле, так как $(X_3^-)_{aca}^0$ -центры легко возникают при заполнении ди-вакансий двумя H -центрами (рис. 2). Радиационное создание $[(X_2)_2]_{acac}$ -центров указывает на наличие в деформированном кристалле кватретов вакансий, на базе которых при участии четырех H -центров формируется $[(X_2)_2]_{acac}$ -центр.

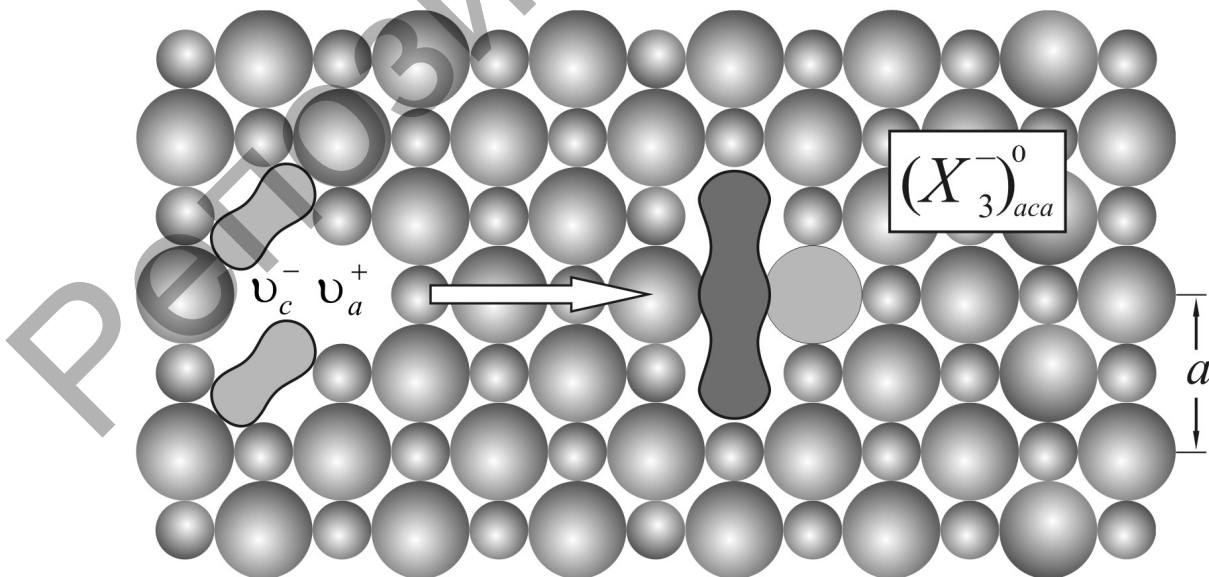


Рис. 2. Схема взаимодействия двух H -центров в поле ди-вакансий ($v_a^+v_c^-$) с образованиями $v_c^-v_a^+ + \text{H} + \text{H} \rightarrow (X_3^-)_{aca}^0 + X_a^-$ -центров в щелочно-галогидных кристаллах

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 $(X_3^-)_{aca}^0$ и $[(X_2)_2]_{aca}$ -центры.

В кристаллах КВг, КСl и КI вакансионные дефекты, созданные пластической деформацией, играют роль зонда для стабилизации подвижных междуузельных атомов галогена, в результате которого эффективно создаются Vg_3^- , Cl_3^- и $(I_3^-)_{aca}^0$ -центры соответственно.

*Механизмы радиационного создания X_3^- -центров в ЩГК
при низкотемпературной упругой деформации*

Суть дальнейших экспериментов по абсорбционной спектроскопии заключается в том, что под постоянно действующей упругой деформацией, которая должна изменить миграцию самого междуузельного атома галогена, исследовать механизмы образования $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров в кристаллах КВг, КСl и КI. При низкотемпературной упругой деформации в решетке не создаются вакансионные дефекты как в случае пластической деформации.

Следует отметить, что в отличие от пластической деформации при низкотемпературной упругой деформации эксперименты проводятся под действием напряжения при 80 К в сжатом состоянии кристалла.

Исследования эффективности образования $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров при низкотемпературной упругой деформации проводились на сверхчистых кристаллах КСl, КВг и КI, выращенные из зонноочищенного сырья в Институте физики Тартуского университета Эстонии.

В кристаллах КСl и КВг концентрация F -центров при приложении напряжения остается без изменения. Это свидетельствует о том, что существенные изменения эффективности создания стабильных радиационных дефектов не происходят. Однако для кристалла КВг наблюдалось некоторое перераспределение галогенных радиационных дефектов между полосами Vg_3^- и Vg_2^- -центров: уменьшается концентрация Vg_3^- -центров и растет эффективность создания Vg_2^- -центров.

Таким образом, для кристаллов КСl и КВг упругая низкотемпературная деформация приводит к уменьшению эффективности создания $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров в отличие от пластической деформации, где предварительно создаются ди- и квартет-вакансии.

Совершенно контрастно сказывается низкотемпературная упругая деформация на эффективности радиационного дефектообразования в кристалле КI. Как видно из рисунка 3а, количество радиационных дефектов в напряженном кристалле более чем на порядок ниже по сравнению с тем, что образуется в ненапряженном кристалле. Причем уменьшается количество как комплементарных F - и I_3^- -центров, так и α -центров (т.е. эффективность создания последних следует за эффективностью создания F - и I_3^- -центров). Кинетика нарастания радиационных дефектов с увеличением дозы рентгеновского облучения отражена на вставке рисунка 3б. Из рисунка 3б четко видны уменьшения скорости радиационного дефектообразования при приложении механического напряжения и уменьшения примерно в 5 раз концентрации F -центров. Стрелкой указано направление уменьшения концентрации F -центров.

Благодаря тому, что в кристалле КI мы имели возможность регистрировать спад фундаментального поглощения, были исследованы также изменения, происходящие в этой области спектра. Край фундаментального поглощения исходного недеформированного кристалла (кривая 1' на рис. 3а) при приложении напряжения сдвигается в низкоэнергетическую сторону спектра (кривая 2' на рис. 3а). После рентгеновского облучения напряженного кристалла и отжига возникших радиационных дефектов нагревом до 490 К край фундаментального поглощения полностью не возвращается в начальное состояние. Эти сдвиги отражают создание преимущественно вакансионных дефектов в ходе пластической деформации кристалла. Обнаруженные сдвиги показывают, что при одноосном сжатии кристалла порядка 2÷3 % при 80 К наряду с упругой деформацией [3–6] возникает также и пластическая деформация, остающаяся после снятия напряжения.

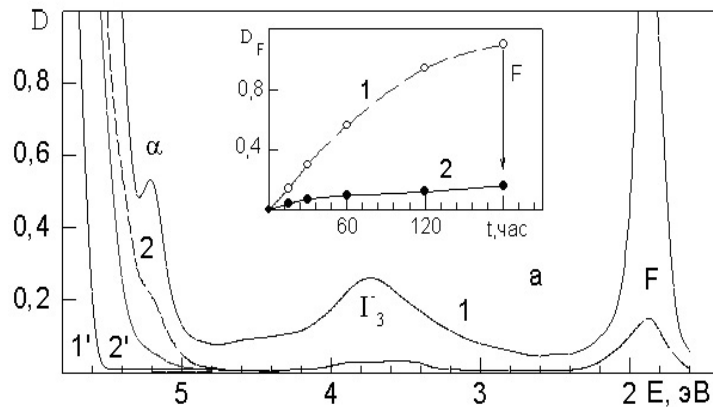


Рис. 3. Влияние низкотемпературной упругой деформации на спектры поглощения кристаллов KI после облучения рентгеновской радиацией в течение 3 ч при 80 К: 1' — спектры поглощения недеформированного и необлученного KI; 2' — спектры поглощения деформированного ($\epsilon=1,5\%$) по кристаллографическому направлению $\langle 100 \rangle$ при 80 К, но необлученного кристалла KI; 1 — спектры поглощения недеформированного, но облученного рентгеновской радиацией при 80 К в течение 3 ч кристалла KI; 2 — спектры поглощения деформированного ($\epsilon=1,5\%$) по кристаллографическому направлению $\langle 100 \rangle$ при 80 К и облученного рентгеновской радиацией при 80 К в течение 3 ч кристалла KI. На вставке: кривые накопления F -центров в кристалле KI в отсутствие деформации (1) и при сжатии ($\epsilon=1,5\%$) по $\langle 100 \rangle$ при 80 К (2)

К уменьшению эффективности создания устойчивых радиационных дефектов в ЩГК при понижении симметрии решетки могут приводить различные причины: либо канал распада экситонов на F , H -пары становится невыгодным, либо увеличиваются обратные рекомбинации из-за трудностей разделения первичных F , H -дефектов, либо уменьшается эффективность ассоциации междуузельных H -центров.

Первые две причины уменьшения эффективности радиационного создания X_3^- -центров приводят к закрытию канала безызлучательного распада электронных возбуждений, а третья причина зависит от расстояния взаимодействия подвижного атома галогена между собой в напряженной решетке.

Для выяснения этих причин в экспериментальном отношении благоприятное условие создается в кристаллах, активированных катионами-гомологами, например, KI-Na и KBr-Na, так как в этих кристаллах радиацией создаются X_3^- - и $H_A(\text{Na})$ -центры.

Если в поле упругого напряжения в кристалле будет ослаблено дальнедействующее взаимодействие двух H -центров, то независимо от кристалла эффект уменьшения концентрации X_3^- -центров (H - H взаимодействие) должен сопровождаться эффектом увеличения концентрации $H_A(\text{Na})$ -центров.

Для проверки того, не является ли последний эффект ответственным за уменьшение радиационного дефектообразования в напряженном кристалле KI, мы провели исследование воздействия одноосного сжатия на радиационное дефектообразование в кристаллах KI-Na. Эффективность создания радиационных дефектов при приложении одноосного сжатия к кристаллу KI-Na, также как в чистом кристалле KI, значительно уменьшается. Причем снижаются концентрации как собственных радиационных дефектов — F , I_3^- -центров, так и примесных радиационных дефектов — $I_A(\text{Na})$, $H_A(\text{Na})$ -центров.

Экспериментально нами установленный эффект уменьшения радиационного дефектообразования в кристаллах KI (а также RbI) обусловлен упругой деформацией одноосно-напряженного кристалла и что он не связан с изменением ассоциации первичных междуузельных дефектов в напряженном образце. Введение в кристалл KI катионов-гомологов малого радиуса (Na), чем основной катион (K), способствует стабилизации подвижных H -центров (если они существуют), в условиях упругой напряженной решетки эффективность радиационного дефектообразования в KI-Na так же, как и в KI уменьшается на порядок.

Таким образом, единственным объяснением причины сокращения дефектообразования в напряженных кристаллах KI и KI-Na остается уменьшение эффективности безызлучательного канала распада экситонов на радиационные дефекты в поле упругой деформации решетки.

При объяснении причин различия во влиянии одноосного сжатия в кристаллах KI, с одной стороны, и KCl, KBr — с другой, мы опирались на рассмотренный в [7] модернизированный метод геометрической модели ЩГК. Предполагается, что размер возникающего H -центра определяется величиной радиуса атома (R_a^0), а максимально возможный радиус пустоты (R_{\max}), в которой должен разместиться H -центр, определяется эластичностью анионов. Если $R_{\max} > R_a^0$, то создается благоприятная ситуация для образования H -центра в решетке, если, наоборот, $R_{\max} < R_a^0$, то атом галоида (а значит H -центр) не помещается в названную пустоту.

Результаты расчетов R_{\max} и ε_{\max} (%) при $R_{\max} = R_a^0$ показывают, что для кристаллов KI процесс радиационно стимулированного создания междоузельного атома галогена (H -центра) затруднен, так как $R_{\max} < R_a^0$, а для кристаллов KCl и KBr, наоборот, облегчен $R_{\max} > R_a^0$.

Таким образом, становится очевидным эффект уменьшения радиационного дефектообразования в кристаллах KI и KI-Na, зависящий от степени упругого напряжения, в отличие от кристаллов KCl и KBr.

На основании расчетных данных становится понятным противоречивые на первый взгляд экспериментальные результаты по абсорбционной спектроскопии относительно эффективности образования X_3^- -центров в кристаллах KCl, KBr и KI при низкотемпературной упругой деформации из-за размерности релаксированного H -центра.

Дискуссия

В пластически деформированных кристаллах в значительных количествах содержатся различные вакансионные и дислокационные дефекты. Любое нарушение периодичности кристаллической решетки может повлиять на электронную структуру кристалла как через вносимые нарушением зарядовые особенности, так и посредством изменения ближайшего к нарушению кристаллического окружения. Для случая одиночных анионных вакансий (v_a^+) в ЩГК существен эффективный заряд (+1) относительно решетки этих дефектов, являющийся причиной того, что в зоне запрещенных энергий в кристалле с вакансиями возникают глубокие дискретные энергетические уровни захвата для электронов и дырок. На базе этих уровней могут формироваться различные радиационные дефекты, такие как F^- , V_K^- , V_F^- -центры и др.

В пластически деформированных ЩГК эффективно создавались такие радиационные дефекты, как $(X_3^-)_{aca}^0$ и $[(X_2)_2]_{acac}$ -центры, в состав которых входят ди- ($v_c^-v_a^+$) и квартет- [$2(v_c^-v_a^+)$] вакансии. Эти экспериментальные результаты свидетельствуют о том, что пластическая деформация в решетке создает ди- ($v_c^-v_a^+$) и квартет-вакансии [$2(v_c^-v_a^+)$].

Из перечисленных экспериментальных результатов сделан вывод, что пластическая деформация в ЩГК создает парные вакансионные дефекты (ди- и квартет-вакансии), которые являются ловушками для стабилизации подвижных междоузельных атомов галогена, приводящие к эффективному росту концентрации $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров, так как ассоциация двух H -центров происходит на базе ди-вакансий ($v_c^-v_a^+$) согласно схеме, представленной на рисунке 4а.

Таким образом, в поле вакансионных дефектов пластической деформации в решетки ЩГК создается энергетически выгодная ситуация для формирования термически устойчивых радиационных галогенных дефектов.

При одноосной упругой деформации ЩГК одновременно изменяются два параметра: понижается симметрия кристалла и изменяется постоянная решетки (a'). В наших экспериментах были подобраны максимально приближенные условия для осуществления упругой деформации: при низких температурах (80 К), при постоянном воздействии на кристалл деформации.

Следует особо отметить о экспериментальных данных, ярко свидетельствующих об уменьшении эффективности создания I_3^- -центров в кристаллах KI при низкотемпературной упругой деформации, в основе которой лежит стабилизация H -центра в анионном узле решетки (рис. 4б). Причем не только I_3^- -центры, которые являются продуктами взаимодействия двух H -центров в кристаллах KI, но и других радиационных дефектов, не связанных со стабилизационными процессами H -центров.

Этот экспериментальный факт говорит о том, что при низкотемпературной упругой деформации безызлучательный канал распада автолокализованных экситонов в ЩГК на первичные радиационные дефекты становится энергетически невыполнимым, как продемонстрировано на рисунке 4б.

Стехиометрические параметры H -центра показывают, что в иодидах (LiI, NaI, KI и RbI) процесс создания H -центров закрыт из-за невыгодности образования междоузельного атома галоида H -центра, так как его размер больше размера пустоты решетки (рис. 4б). Это говорит о том, что в кристалле KI эффективность образования $(I_3^-)_{aca}$ -центров резко должна снижаться.

На основании расчетных данных можно четко интерпретировать экспериментальные результаты по абсорбционной спектроскопии относительно эффективности образования X_3^- -центров в хлоридах, бромиды и иодидах при низкотемпературной упругой деформации из-за размерности релаксированного H -центра: в кристаллах KCl и KBr эффективность образования $(Cl_3^-)_{aca}$ и $(Br_3^-)_{aca}$ -центров соответственно остается без изменения, а в кристалле KI эффективность образования $(I_3^-)_{aca}$ -центров резко снижается.

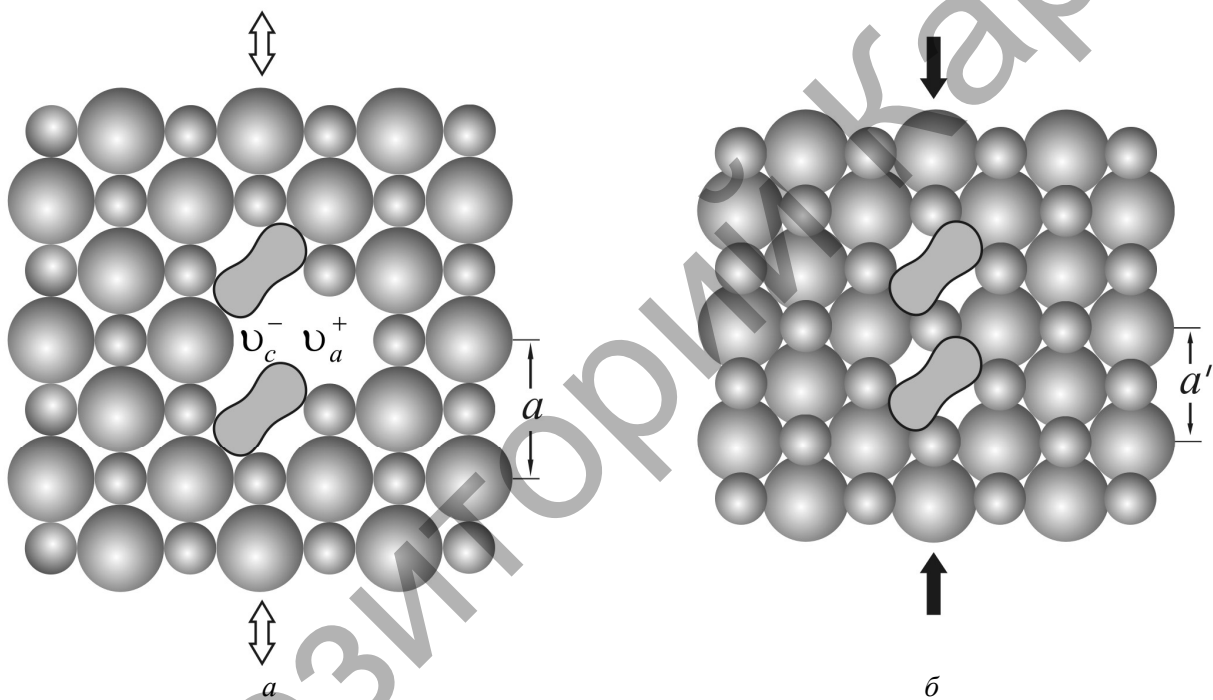


Рис. 4. Схема взаимодействия двух H -центров после пластической деформации при 300 К (а) и низкотемпературной 80 К (б) упругой деформации в решетке ЩГК

Заключение

При понижении симметрии решетки кристаллов KCl, KBr и KI пластической и упругой деформацией установлены следующие закономерности:

- пластическая деформация кристаллов KCl, KBr и KI увеличивает эффективность создания радиационных дефектов — $(X_3^-)_{aca}^0$ и $[(X_2)_2]_{acas}$ -центров, в состав которых входят ди- и квартет-вакансии, созданные при взаимодействии дислокаций;
- упругая деформация приводит к уменьшению эффективности создания радиационных дефектов — $(I_3^-)_{aca}^0$ -центров в кристалле KI. В кристаллах KCl и KBr упругая деформация не влияет на эффективность радиационного создания $(X_3^-)_{aca}^0$ -центров. Расчеты подтверждают, что при упругой деформации в кристалле KI процесс радиационно-стимулированного создания междоузельного атома галогена (H -центра) затруднен, а в кристаллах KCl и KBr сохраняется до определенной степени относительной деформации.

Список литературы

1. Бекешев А., Васильченко Е., Даулетбекова А. и др. Радиационно-стимулированный выход примеси в междоузлия в кристаллах KBr-Li и KCl-Li // ФТТ. — 1996. — Т. 38. — № 3. — С. 769–778.
2. Бекешев А., Васильченко Е., Шункеев К., Эланго А. Стабилизация междоузельных радиационных дефектов в одноосносжатых при 80 К кристаллах KBr // ФТТ. — 1996. — Т. 38. — № 8. — С. 2394–2405.
3. Акилбеков А.Т., Васильченко Е.А., Сармуханов Е.Т. и др. Радиационное дефектообразование в пластически деформированном KBr // ФТТ. — 1991. — Т. 33. — № 3. — С. 868–873.
4. Vasilchenko E., Sarmukhanov E., Shunkeev K., Elango A. Electronic excitations in KBr and KI crystals near vacancy defects of different size // Phys. St. Sol. (b). — 1992. — Vol. 174. — P. 155–163.
5. Shunkeev K., Sarmukhanov E., Barmina A. et al. Specific Features of the Temperature Quenching of Luminescence of Self-Trapped Excitance in Alkali Halide Crystals under Low Temperature Deformation // Physics of the Solid State. — 2008. — Vol. 50. — № 10. — P. 1799–1802.
6. Смирнов И.А., Смирнов Б.И. Теплопроводность пластически деформированных кристаллов LiF // ФТТ. — 1968. — Т. 10. — № 1. — С. 307–310.
7. Рябых С.М., Бугаенко Л.Т. Модернизированная геометрическая модель кристаллов и ее применение в физике твердого тела // Изв. АН Латв. ССР. Сер. физ. и тех. наук. — 1990. — № 2. — С. 77.

УДК 542.91+546.65

Е.К.Жумадилов, З.Ф.Мурашова

Карагандинский государственный технический университет

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТОВ $\text{YbMFe}_2\text{O}_{5,5}$ (M — Mg, Ca, Sr, Ba)

Мақалада жаңа ферриттердің $\text{YbMFe}_2\text{O}_{5,5}$ (M — Mg, Ca, Sr, Ba) электрофизикалық қасиеттерін зерттеудің нәтижелері келтірілген. Электрөткізгіштіктің 300–400 К аралығындағы температураға тәуелділігі зерттелген. Барлық қосындыларда жарымылай өткізгіштік қасиеттің бар екендігі көрсетілді. Тәжірибелік көрсеткіштер бойынша есептелген қосындының тыйым салынған белдеулердің еңінің мәндері ұсынылды. Магний және стронций ферриттеріндегі тәжірибе нәтижесі бойынша электрөткізгіштіктің температураға тәуелділігі, ал кальций және барий ферриттерінде әсерлі температуралық аралықтардағы аномалдық эффектi байқалды.

In the work there are presented the results of studying electric-and-physical properties of new ferrites. There is studied the temperature dependence of electric conductivity in the range of 300 to 490 K. It is shown that all the compounds reveal semi-conductive properties. There are presented the calculated of the experimental data values of the width of the forbidden zone of the compounds considered. According to experimental data, there is no abrupt change in electrical conductivity depending on temperature in ferrites of magnesium and strontium, there are anomalous effects in ferrites of calcium and barium, in various temperature ranges.

В связи с открытием в последнее время веществ, обладающих одновременно сегнетоэлектрическими и ферро- или антиферромагнитными свойствами, следует ожидать дальнейшего расширения области применения сегнетоэлектриков [1, 2]. Для практики важно то, что в таких веществах диэлектрические, магнитные и другие свойства взаимосвязаны. На этой основе уже имеется ряд принципиально новых устройств и приборов, в которых электрическим полем управляют магнитные параметры и, наоборот, магнитное поле используется для управления электрическими параметрами.

Целью данной работы являлось исследование температурной зависимости электропроводности впервые синтезированных ферритов $\text{YbMFe}_2\text{O}_{5,5}$ (M — Mg, Ca, Sr, Ba) [3, 4], установление связи электропроводности со структурой соединений и энергией активации, анализ сегнетоэлектрических свойств.

Рентгенографическое исследование вышеуказанных ферритов в [3, 4] показали, что все соединения кристаллизуются в ромбической сингонии, причем с возрастанием ионного радиуса щелочноземельного металла от магния к барию наблюдается увеличение параметра c : $14,7 \text{ \AA} \rightarrow 15,13 \text{ \AA} \rightarrow 16,64 \text{ \AA} \rightarrow 17,16 \text{ \AA}$. Соответственно в этом же порядке возрастают объемы их элементарных ячеек: $104,24 \text{ \AA}^3 \rightarrow 112,93 \text{ \AA}^3 \rightarrow 122,08 \text{ \AA}^3 \rightarrow 126,59 \text{ \AA}^3$.