

РАДИАЦИОННОЕ ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В КРИСТАЛЛАХ KCl

И.Нуритдинов – доктор физико-математических наук, профессор

М.А.Муссаева – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник

Д.П.Юлдашов – стажёр-исследователь

Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Б.Т.Аташов – доктор философии по физико-математическим наукам, доцент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

KCl КРИСТАЛЛАРИДА РАДИАЦИЯ НАТИЖАСИДАГИ ДЕФЕКТЛАР ШАКЛЛАНИШИ

И.Нуритдинов – физика-математика фанлари доктори, профессор

М.А.Муссаева – физика-математика фанлари доктори, катта илмий ходим

Д.П.Юлдашов – стажёр-тадқиқотчи

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Ядро физикаси институти

Б.Т.Аташов – физика-математика фанлари бўйича философия доктори, доцент

Ажинийез номидаги Нукус давлат педагогика институти

RADIATION DEFECT FORMATION IN KCl CRYSTALS

I.Nuritdinov – Doctor of Physics and Mathematics, Professor

M.A.Mussaeva – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher

D.P.Yuldashov – trainee researcher

Institute of Nuclear Physics of the Uzbekistan Academy of Sciences

B.T.Atashov – Doctor of Philosophy in Physics and Mathematics, Associate Professor

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Таянч сўзлар: калий хлорид (KCl), рентген нурланиши, ютилиш спектрлари, ранг марказлари.

Резюме. Ушбу ишда KCl кристалларида рентген ва гамма нурлари таъсирида юзага келадиган радиацион нуқсонларнинг ҳосил бўлиш жараёнлари ўрганилди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, F-марказлар нурланишнинг дастлабки босқичларидан бошлаб шаклланади ва тахминан 100 рад атрофида тўйиниш ҳолатига эришади. Юқори дозаларда ($D\gamma \geq 10^5$ рад) I- ва V-марказларга мос келувчи ютилиш полосалари пайдо бўлади, бу эса кристалл ичида янги структуравий нуқсонларнинг ҳосил бўлаётганини билдиради. Ишда ушбу дефектларнинг ҳосил бўлиши ва барқарорлашув механизмлари таҳлил қилинган.

Ключевые слова: хлорид калия (KCl), рентгеновское облучение, спектры поглощения, центры окраски.

Резюме. В работе представлены результаты исследования процессов радиационного дефектообразования в кристаллах KCl, облучённых рентгеновским и гамма-излучением. Показано, что F-центры формируются с первых этапов облучения и достигают насыщения при дозах около 100 рад. При дозах $D\gamma \geq 10^5$ рад наблюдается появление полос поглощения, соответствующих I- и V-центрам, что свидетельствует о формировании новых структурных дефектов. Обсуждены механизмы их создания и стабилизации.

Key words: potassium chloride (KCl), X-ray irradiation, absorption spectra, color centers.

Summary. This work presents the results of studying radiation-induced defect formation in KCl crystals exposed to X-ray and gamma irradiation. It is shown that F-centers begin to form from the early stages of irradiation and reach saturation at doses of about 100 rad. At higher doses ($D\gamma \geq 10^5$ rad), absorption bands corresponding to I- and V-centers appear, indicating the formation of new structural defects. The mechanisms of creation and stabilization of these defects are analyzed.

Введение. Интерес к исследованиям процессов радиационного дефектообразования в щелочно-галогенидных кристаллах, в том числе и в кристаллах KCl, обусловлен тем, что они, с одной стороны, являются модельными объектами для изучения механизмов радиационно-стимулированных процессов в твердых телах [1], с другой стороны, в связи с разработкой на их основе оптически запоминающих сред и дозиметров радиации [2]. Несмотря на то, что механизмы создания и

стабилизации радиационных дефектов изучаются уже на протяжении длительного времени, по-прежнему остаётся много нерешённых задач, что требует продолжения исследований в этом направлении. Целью настоящей работы является исследование процессов радиационного дефектообразования в кристаллах KCl, облучённых рентгеновскими и гамма лучами.

Объекты исследования и экспериментальные методы. Были исследованы кристаллы KCl,

выращенные методом Киропулоса. Кристаллы выращены из соли KCl марки ОСЧ. После выращивания кристаллы отжигались при температуре 600 °С в течение 6 часов и медленно охлаждались до комнатной температуры в течение 84 часов. Плотность дислокации составляет не более 10^5 на см^2 .

Спектральный анализ показал, что содержание неконтролируемых примесей не превышает 10^{-3} моль %. Образцы для измерения спектров поглощения вырезались из слитка кристалла KCl согласно необходимым размерам.

Исследуемые образцы облучались различными дозами рентгеновских и гамма лучей. Рентгеновское облучение производилось в пакетиках из черной бумаги на рентгеновской трубке РУП-200-5 при напряжении 120 кВ и токе 5 мА. Облучаемые образцы располагались на расстоянии не больше 10 см от фокуса трубки. Облучение гамма лучами проведено в алюминиевых фольгах в гамма-облучателе бассейнового типа Института ядерной физики АН РУз. Источниками гамма излучения являлись изотопы ^{60}Co . Мощность излучения составляла 1200 р/с. Спектры поглощения измерялись на спектрофотометрах "Specord UV-Vis" фирмы Карл-Цейсс (Германия) и "Spectromom 202" (Венгрия) в диапазоне длин волн 200–800 нм сразу после облучения.

Результаты и обсуждение. Ниже приведены спектры поглощения кристаллов KCl, облученных различными дозами рентгеновского (рис.1) и гамма излучения (рис.2), а также дозовая зависимость накопления F – центров в этом процессе (рис.3), откуда видно, что F – центры с полосой поглощения с максимумом в 550 нм начинают образоваться с самого начала облучения и уже при дозах ~ 100 рад выходит на насыщение (рис.3). Дефекты другого типа не наблюдаются.

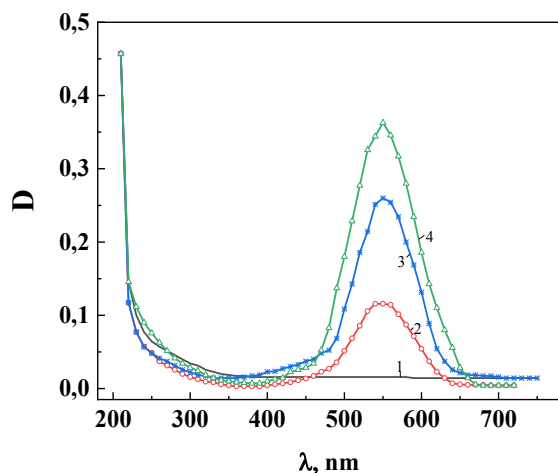


Рис 1. Спектры поглощения необлученного (1) и облученного рентгеновскими лучами дозой 12,564 рад (2), 41,88 рад (3) и 62,82 рад кристаллов KCl

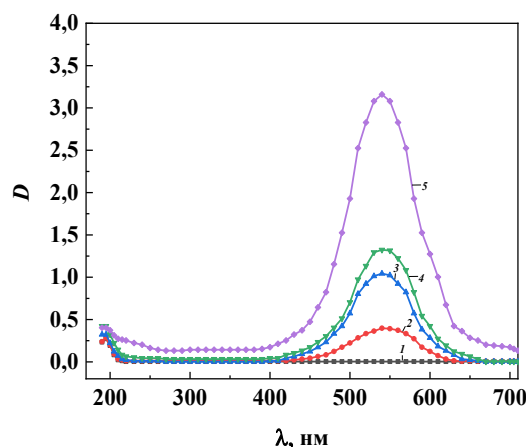


Рис 2. Спектры поглощения исходного (1) и облученного гамма лучами дозой 10^5 рад (2), 10^6 рад (3), 10^7 рад и 10^8 рад (5) кристаллов KCl

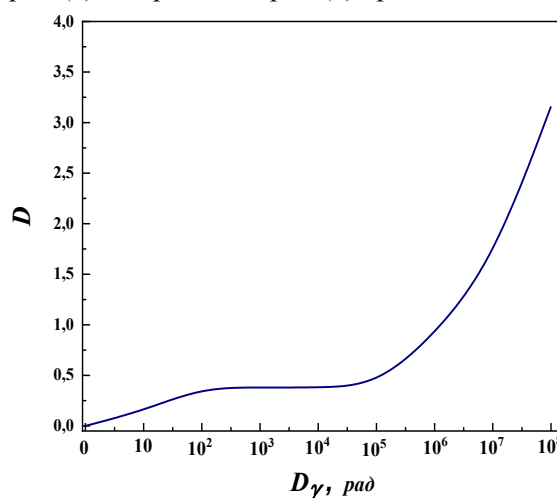


Рис.3. Дозовая зависимость накопления F - центров в кристаллах KCl

Дальнейший рост дозы облучения до 10^5 рад не приводит к изменению спектра, что свидетельствует о накопления F – центров на ростовых анионных вакансиях кристалла. Этот вывод основывается на том, что если дефекты, наблюдаемые при облучении рентгеновскими лучами до дозы 10^5 рад, были бы обусловлены их рождением при безызлучательном распаде, то наряду с F – центрами должны были бы обнаруживаться комплиментарные им H - центры. Однако нами кроме F – центров другие дефектные центры не обнаруживались (рис.1).

Второй этап накопления F - центров происходит при дозах облучения $D_\gamma \geq 10^5$ рад. При этом в спектре поглощения появляются полосы поглощения с максимумами в 194 и 235 нм, обусловленных I - и V - центрами, что свидетельствует о радиационном создании дефектов структуры при дозах облучения $D_\gamma \geq 10^5$ рад.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что в кристаллах KCl процессы радиационного дефектообразования протекают в два этапа. На первом этапе, при

сравнительно малых дозах облучения, происходит образование и накопление F-центров, сопровождающееся появлением характерной полосы поглощения с максимумом при 550 нм. Насыщение концентрации F-центров достигается уже при дозах порядка 100 рад, что указывает на ограниченное количества ростовых дефектов по их накоплению.

На втором этапе, при увеличении доз гамма-излучения до $D\gamma \geq 10^5$ рад, в спектрах поглощения появляются полосы при 194 и 235 нм, соответствующие I- и V-центрам. Это свидетельствует о развитии глубинных структурных изменений и формировании новых типов радиационных дефектов. Таким образом, высокодозовое облучение приводит к перестройке дефектной структуры кристаллов KCl.

Полученные данные показывают, что радиационные дефекты формируются по-разному при различных дозах облучения, и образование F-, V- и I-центров зависит от дозы облучения кристаллов KCl.

Полученные результаты расширяют представления о механизмах образования, эволюции и стабилизации радиационных дефектов в щелочно-галогенидных кристаллах и могут быть полезны при разработке оптических запоминающих материалов и радиационных дозиметров на их основе.

Благодарности. Исследование выполнено при поддержке базового финансирования, выделенного Институту ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан постановлением ПП-4526.

Литература

1. Алукер Э.Д., Лусис Д.Ю., Чернов С.А. Электронные возбуждения и радиолюминесценция щелочно-галогенидных кристаллов. Зинатне: – Рига: 1979.
2. Кудрявцева И.А., Василченко Е.А., Лущик А.Ч., Лущик Ч.Б. Образование и стабилизация F- центров после прямого создания автолокализованных экситонов в кристаллах KCl. // ФТТ, 1999, Т. 41, вып.3. – С. 433-447.
3. Лущик Ч.Б., Лущик А.Ч., Лущик Ч.Б. Распад электронных возбуждений с образованием дефектов в твердых телах. – Москва: «Наука», 1989.