

УДК 535.343.2

**А.А. Ковтун**, канд. физ.-мат. наук

**А.В. Рогоза**, канд. физ.-мат. наук

**Ю.Е. Шоломий**, студент

Черниговский государственный технологический университет, г. Чернигов, Украина

## СТРУКТУРА И ПРЕВРАЩЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЫРОЧНЫХ ЦЕНТРОВ В КРИСТАЛЛАХ KCl С ПРИМЕСЬЮ ИОНОВ НАТРИЯ

*В статье приведены экспериментальные данные исследования структуры, свойств и превращения дырочных центров при нагревании кристаллов KCl с примесью ионов  $Na^+$  после их облучения  $\gamma$ - или рентгенлучами при 77 К.*

**Ключевые слова:** облучение, ионы  $Na^+$ , полосы поглощения, дырочные центры, дипольные моменты.

*У статті наведені експериментальні дані дослідження структури, властивостей та перетворення діркових центрів під час нагрівання кристалів KCl з домішкою іонів  $Na^+$  після їх опромінення  $\gamma$ - або рентгенпроменями при 77 К.*

**Ключові слова:** опромінення, іони  $Na^+$ , смуги поглинання, діркові центри, дипольні моменти.

*Experimental data of research into structure, properties and conversion of low-temperature centers when KCl crystals with  $Na^+$  ion admixture are heated to 77 K after being irradiating by  $\gamma$ - or X-rays.*

**Key words:** irradiating,  $Na^+$  ion, absorption bands, hole centres, dipole moments.

**Вступление.** В кристаллах KCl высокой частоты после облучения их рентгеновскими или  $\gamma$ -лучами при температуре 77 К наблюдается в спектре оптического поглощения только одна электронная F-полоса, а полосы поглощения дырочных центров отсутствуют. Этот экспериментальный факт подтверждает предположение некоторых авторов о том, что сила осциллятора образовавшихся  $V_k$  – центров очень мала [1].

В результате введения нами в такой кристалл ионов  $Na^+$  после облучения при температуре 77 К в спектре поглощения возникла  $V_1(Na^+)$ -полоса, что подтверждает тот факт, что  $V_1(Na^+)$  – центр представляет собой дырку, локализованную возле иона  $Na^+$ . Максимум оптического поглощения  $V_1(Na^+)$ -центров соответствует длине волны  $\lambda = 357$  нм, полуширина полосы – 0,7 эВ. В работе [2] методом ЭПР установлено, что  $V_1(Na^+)$ -центр представляет собой H-центр, локализованный возле иона  $Na^+$  и имеет ось симметрии, совпадающую приблизительно направлением  $\langle 110 \rangle$  кристалла.

**Методы и результаты.** На рисунке 1, а представлен спектр оптического поглощения кристалла KCl с примесью ионов  $Na^+$  после 4-часового облучения рентгенлучами при температуре 77 К. Кроме электронной F-полосы поглощения в спектре наблюдается дырочная  $V_1(Na^+)$ -полоса.

В результате нагревания кристаллов KCl : NaCl (1 мол. % NaCl в шихте), облученных рентгенлучами при температуре жидкого азота (рис. 1, кривая а) от 77 К до 163 К  $V_1(Na^+)$ -полоса (357 нм) оптического поглощения пропадает и появляется новая ассиметричная  $v_{F_A}(Na^+)$ -полоса (376 нм, рис. 1, кривая в) с люминесцентным свечением. Этой полосе соответствуют термически стабильные при 163 К  $v_{F_A}(Na^+)$ -центры. Экспериментально установлено, что  $v_{F_A}(Na^+)$ -полоса является дихроничной. Если освещать кристалл светом, соответствующим  $v_{F_A}(Na^+)$ -полосе и поляризованным в направлении [001], то интенсивность этой полосы уменьшается в спектре оптического поглощения для света, поляризованного в направлении [001] кристалла, и увеличивается для света, поляризованного в направлении [010] (рис. 2, свет падал на кристалл в направлении [100]). Максимум поглощения  $v_{F_A}(Na^+)$ -полосы для света поляризованного в направлении [001] приходится на длину волны  $\lambda = 365$  нм, а для света поляризованного в направлении [010] на длину волны  $\lambda = 376$  нм. Следовательно,  $v_{F_A}(Na^+)$ -центру соответствуют две полосы оптического поглощения:  $v_{F_{A1}}(Na^+)$  (380 нм) и  $v_{F_{A2}}(Na^+)$  (365 нм). Положение максимума поглощения для  $v_{F_{A1}}(Na^+)$ -полосы,

как показано на рисунке 2, определили путем вычитания ординат кривых *a* и *б*. Положение максимума поглощений для  $V_{FA_2}(Na^+)$ -полосы определяется из кривой *a*. Из угловой зависимости дихроизма (рис. 3)  $V_{FA}(Na^+)$ -полосы следует, что дипольные моменты этих переходов ориентированы вдоль направлений  $\langle 100 \rangle$  кристалла.

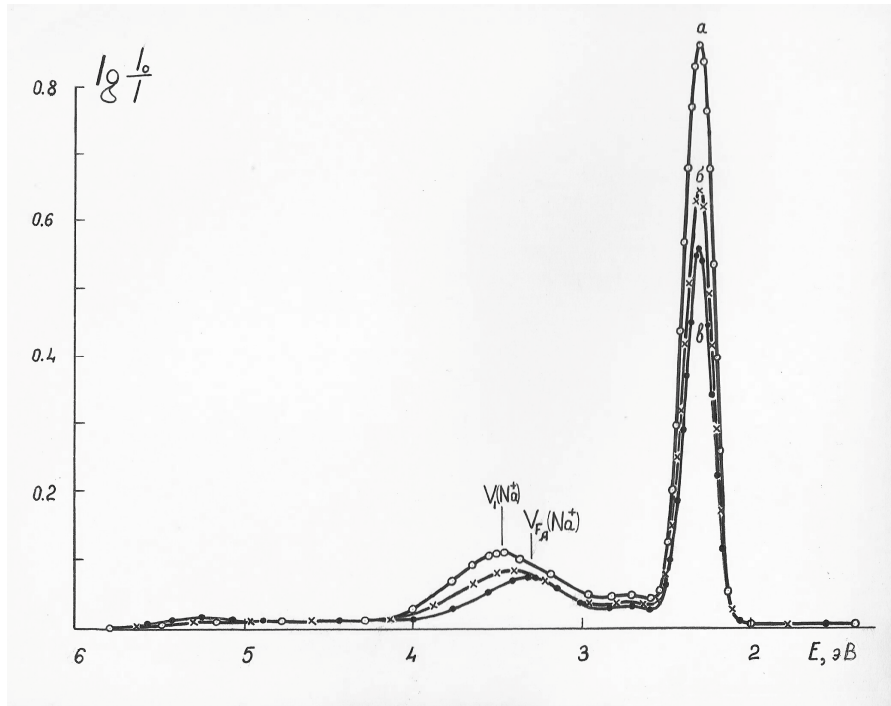


Рис. 1. Спектры оптического поглощения кристаллов KCl:NaCl (1 мол. % NaCl в шихте):  
*a* – после четырехчасового облучения рентгенлучами при 77 К; *б* – после нагревания до 138 К;  
*в* – после нагревания до 163 К

Спектры поглощения сняты при температуре 77 К.

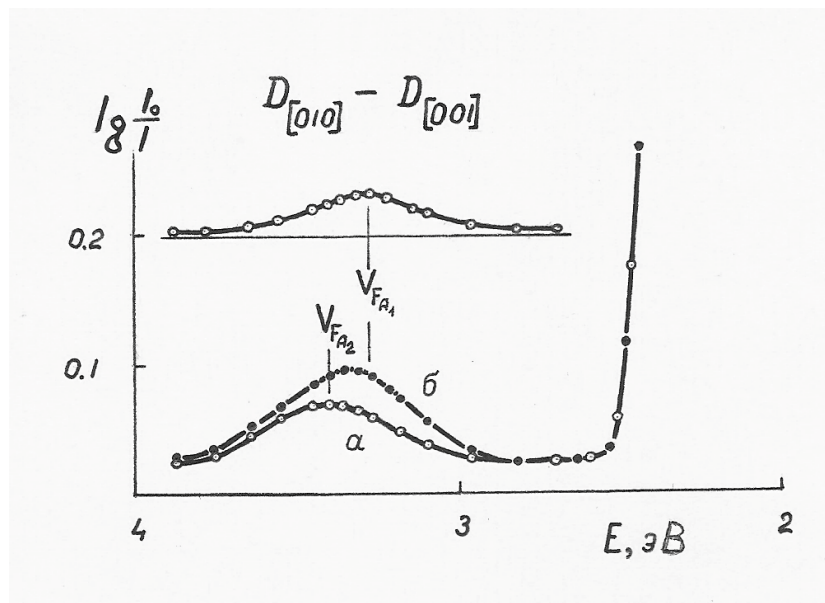


Рис. 2. Оптическое поглощение кристаллов KCl:NaCl (1 мол. % NaCl в шихте) с  $V_{FA}(Na^+)$ -центрами при 77 К. До измерения спектров кристалл был облучен светом  $\lambda = 380$  нм при 77 К, поляризованным в направлении  $[001]$ . Свет падал в направлении  $[100]$  кристалла: *a* – поглощение света, поляризованного в направлении  $[001]$ ; *б* – поглощение света, поляризованного в направлении  $[010]$

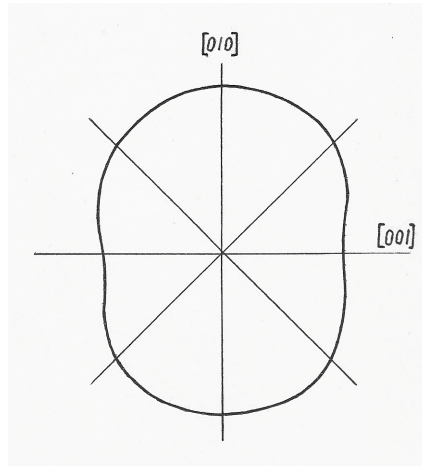


Рис. 3. Угловая зависимость дихроизма для поляризованного света с длиной волны  $\lambda = 380$  нм. Предварительно кристалл облучен светом  $\lambda = 380$  нм, поляризованным в направлении  $[001]$  кристалла

Итак, исследование характера дихроизма на  $V_{F_A}(Na^+)$ -центрах, возникших в результате нагревания кристалла с  $V_1(Na^+)$ -центрами до 163 К, показывает, что эти центры обладают осью симметрии, ориентированной в направлении  $[100]$  кристалла. Кроме того, новые дырочные  $V_{F_A}(Na^+)$ -центры в своем составе содержат примесный ион  $Na^+$ , т. к. в кристаллах высокой частоты они не возникают. Учитывая вышеизложенное, а также тот факт, что при облучении кристалла рентгеновскими лучами в нем образуются изолированные щелочные вакансии [3], можно предложить следующую модель нового дырочного центра:  $V_{F_A}(Na^+)$  состоит из  $V_1(Na^+)$ -центра и находящейся рядом щелочной вакансии (рис. 4).

Далее нами показано, что в результате нагревания кристаллов  $KCl : NaCl$  с  $V_{F_A}(Na^+)$ -центрами до 223 К вследствие диффузии этих центров происходит их аннигиляция с F-центрами, сопровождаемая люминесценцией, а также превращение  $V_{F_A}(Na^+)$ -центров в  $V_2'(Na^+)$ - и  $V_2''(Na^+)$ -центры путем стабилизации первых дефектами кристаллической решетки. Дальнейшее нагревание до температуры 340 К разрушает дырочные  $V_2'(Na^+)$ - и  $V_2''(Na^+)$ -центры и образует диффундирующие по решетке кристалла  $V_F$ -центры, которые слипаясь, образуют  $V_3$ -центры, а также аннигилируют с F-центрами, вызывая люминесценцию.

Установлено, что если кристалл облучить рентгенлучами ( $\gamma$ -лучами) при какой-нибудь промежуточной температуре, то в спектре оптического поглощения, кроме F-полосы, возникают дырочные полосы, за которые ответственны стабильные при этой температуре центры, образовавшиеся в результате сложного многоступенчатого ионно-электронного процесса.

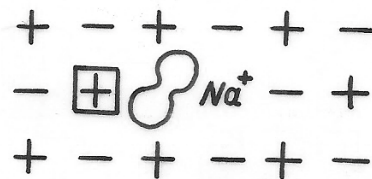


Рис. 4. Модель  $V_{F_A}(Na^+)$ -центра:  $[+]$  – вакансия щелочного металла; между примесным ионом  $Na^+$  и щелочной вакансией находится молекулярный ион в узле (H-центр)

### Список использованных источников

1. Горбенко П. К. Природа и свойства дырочных центров в кристаллах KCl / П. К. Горбенко, А. А. Ковтун // ФТТ. – 1971. – № 13. – С. 2766-1769.
2. Delbecq C., Hutchinson E., Schoemaker D., Yasaitis E., Yuster P. // Phys. Rev. – 1969. – № 187. – С. 1103.
3. Мелик-Гайказян И. Я. Радиационное образование бивакансий и катионных вакансий в СКt / И. Я. Мелик-Гайказян, Э. П. Куракина // Изв. АН СССР. Сер. физическая. – М., 1971. – Т. 35. – С. 1360-1363.

УДК 004.775

**Е.В. Никитенко**, канд. физ.-мат. наук

**Р.В. Заровский**, канд. техн. наук

**М.А. Сдитанов**, магистрант

Черниговский государственный технологический университет, г. Чернигов, Украина

### АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В ТЕКСТАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*Разработана архитектура автоматической поисковой системы. Данная архитектура состоит из двух частей – сервис индексирования и сервис поиска. В сервис индексирования входят сервисы разбора документов и построения индексов и вспомогательные сервисы, обеспечивающие сохранение, загрузку и обработку данных для индекса. Сервис поиска разработан для быстрого доступа к поисковому индексу и получения релевантных данных.*

**Ключевые слова:** поисковая система, веб-сервер.

*Розроблено архітектуру автоматичної пошукової системи. Ця архітектура складається з двох частин - сервіс індексування та сервіс пошуку. В сервіс індексування входить сервіси розбору документів і побудови індексів та допоміжні сервіси, що забезпечують збереження, завантаження й обробку даних для індексу. Сервіс пошуку розроблений для швидкого доступу до пошукового індексу й отримання релевантних даних.*

**Ключові слова:** пошукова система, веб-сервер.

*The architecture of the automatic retrieval system was developed. The architecture consists of two parts – the indexing service and search service. Indexing service includes services for documents analysis and index construction and support services to ensure the preservation, loading and processing of the data for the index. Search service was developed for easy access to the search index and to obtain relevant data.*

**Key words:** a retrieval system, web-server.

**Постановка проблемы.** Необходимость в разработке такого рода системы вызвана наличием значительных объемов информации, сопутствующей процессам развития онлайн-ресурсов и Интернета в целом, и требованиями к быстрому доступу к нужной информации. В качестве основной причины создания поисковой системы можно выделить закрытость архитектуры и алгоритмов, узкая направленность поисковых алгоритмов в существующих поисковых системах. При этом можно выделить следующие недостатки поисковых систем:

- закрытая реализация поисковых алгоритмов;
- трудности с определением спам-текстов;
- трудность расширения и поддержки аналогов с открытым исходным кодом;
- неэффективная реализация поисковых алгоритмов в поисковых системах с открытым исходным кодом.

Поисковые алгоритмы разрабатываются уже несколько десятилетий, не раз изменялись требования к производительности поисковых алгоритмов и к поисковым системам в целом. В качестве основных требований к разрабатываемой системе были предъявлены следующие:

- модульность;
- масштабируемость;
- поэтапная реализация.