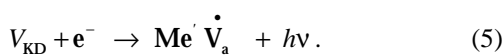
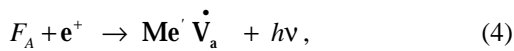


Рис. 1. Моделі ДВД і центрів забарвлення.

де  $\bullet\bullet\bullet\bullet$  – іони основи;  $Me \dot{V}_a \bullet\bullet\bullet\bullet Me \dot{V}_a$  – фрагмент іонного ланцюга, довжину якого обмежують домішково-вакансійні диполі;  $Me \dot{V}_a$  – домішково-вакансійний диполь (ДВД);  $Me^-$  – негативно заряджений іон лужного металу;  $\dot{V}_a^+$  – позитивно заряджена аніонна вакансія;  $R(e^-, e^+)$  – створена іонізуючою радіацією електронно-діркова пара ( $e^-, e^+$ );  $w_1$  – імовірність захоплення носіїв заряду ( $e^-, e^+$ ) парою ДВД і, відповідно, створення ( $F_A - V_{KD}$ )-пари центрів забарвлення;  $w_2$  – імовірність руйнування ( $F_A - V_{KD}$ )-пари центрів забарвлення внаслідок локалізації носіїв заряду ( $e^-, e^+$ ) на центрах забарвлення і, відповідно, відновлення пари ДВД.

В міру нагромадження центрів забарвлення вступає в дію зворотна реакція, що є наслідком захоплення дірок  $F_A$ -центрами і електронів  $V_{KD}$ -центрами [3]:



Внаслідок висвітлювальної дії знебарвлення кожної пари центрів забарвлення супроводжується виникненням відповідної пари диполів. На стадії насичення забарвлення кристала настає динамічна рівновага між процесами генерації центрів забарвлення та висвітлювальною дією радіації. Згідно роботи [3], концентрація центрів забарвлення

на стадії насичення забарвлення визначається виразом:

$$C_I = \frac{w_1}{w_1 + w_2} C_0, \quad (6)$$

де  $C_I$  – концентрація ( $F_A - V_{KD}$ )-комплементарних пар центрів забарвлення у забарвленому кристалі,  $C_0$  – концентрація пар ДВД у кристалі перед його опроміненням.

## II. Термоіндуковані перетворення центрів забарвлення

( $F_A - V_{KD}$ )-пари термічно стабільні до температури порядку  $T \sim 200$  К [1]. При вищих температурах аніонна вакансія мігрує в ґратці кристала, що обумовлює виникнення максимуму максимуму термостимульованої деполяризації (ТСД)  $T = 205$  К [1, 3]. Мобільна вакансія локалізується на  $F_A$ -центрі й утворюється  $M_A^+$ -центр. Внаслідок імпульсного прогріву забарвленого кристала до температур  $T > 200$  К ( $F_A - V_{KD}$ )-пара центрів зникає в кристалі та утворюється ( $M_A^+ - V_{KA}$ )-комплементарна пара. Моделі  $M_A^+$  і  $V_{KA}$ -центрів зображені на рис. 1, а механізм їх утворення можна описати наступною схемою:



де  $F_A$  – F-центр, локалізований в області ДВД;  $V_{KD}$  – дірка, окалізована в околі ДВД;  $M_A^+$  – аніонна



іонізуючої радіації  $w_3$  ( $w_3=w_1$ ). При кімнатній температурі концентрація центрів забарвлення розраховується згідно рівняння (9), а співвідношення концентрації центрів забарвлення, опромінених при кімнатній температурі  $C_2$ , до концентрації центрів забарвлення, опромінених при низьких температурах  $C_1$ , складає величину:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2} \frac{w_1 + w_2}{w_2}, \quad (10)$$

Дане співвідношення змінюється в залежності від концентрації домішки в границях від 2 до 5 разів (таблиця 1), що узгоджується з експериментальними результатами роботи [1].

## Висновки

З одержаних результатів випливає, що на

- [1] З.П. Чорний, І.Б. Пірко, В.М. Салапак, М.В. Дячук, Фізика і хімія твердого тіла, 13(4), 879 (2012).
- [2] Z.P. Chorniy, I.B. Pirko, V.M. Salapak, Functional materials, 18(2), 206 (2011).
- [3] З.П. Чорний, І.Б. Пірко, В.М. Салапак, М.Р. Панасюк, Журнал фізичних досліджень, 16(1), 1602 (2012).
- [4] З.П. Чорний, Г.А. Щур, С.И. Качан, С.П. Дубельт. Известия вузов, сер. физ. 6, 116 (1988).
- [5] З.П. Чорний, М.Р. Панасюк, А.С. Крочук, Известия вузов, сер. физ. 9, 106 (1984).
- [6] Z.P. Chornij, Phys. Stat. Sol. 223, 757 (2001).
- [7] З.П. Чорний, С.И. Качан, Фізика твердого тіла 48(2), 239 (2006).

Z.P. Chornij<sup>1</sup>, I.B. Pirko<sup>2</sup>, V.M. Salapak<sup>1</sup>, N.V. Djachuk<sup>1</sup>

## Color Centers in CaF<sub>2</sub>-Na and CaF<sub>2</sub>-Li Crystals. II. Results of Experimental Research

<sup>1</sup>Department of Physics, National Forestry University of Ukraine, 105 Gen. Chuprynky St., Lviv, 79057, Ukraine

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering and Modeling Processes, National Forestry University of Ukraine, 103 Gen. Chuprynky St., Lviv, 79057, Ukraine, e-mail: [pirko1966@mail.ru](mailto:pirko1966@mail.ru)

In the one-dimensional model of ionic crystals the parameters of the radiation sensitivity of the crystals fluorites doped with alkali metal:  $w_1$  - probability of formation of color centers in the crystal lattice;  $w_2$  - vysvitlyvalnoyi probability of radiation. The e adsorbed concentration of color centers in the crystal at low temperatures ( $T < 200$  K)  $C_1 = \frac{1}{2} \cdot w_1 / (w_1 + w_2)$ , and at temperatures  $T > 250$  K  $C_2 = \frac{1}{4} \cdot C$ , where  $C$  - concentration of impurities in the crystal. The dependence of the concentration of color centers on the content of alloying elements in the crystal and the structure of color centers. The calculations of fluorite crystals radiation parameters were conducted in the frame work of ionic crystal one dimensional model. The theoretical results were compared with experimental data.

**Keywords:** fluorite, impurity-vacancy dipoles, color centers, thermally depolarization, one-dimensional model.

радіаційну чутливість кристалів впливає не лише концентрація дорадіаційних структурних дефектів в ґратці кристала, а вирішальну роль відіграє їх електричний заряд. Надвисоку радіаційну чутливість мають ті йонні кристали, дорадіаційні дефекти яких володіють надлишковим відносно кристалічної ґратки електричним зарядом.

**Чорний З.П.** - доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики;

**Пірко І.Б.** - старший викладач кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів;

**Салапак В.М.** - кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики;

**Дячук М.В.** - асистент кафедри фізики.