

УДК:535.37:539.104:548.73

*Мустафакулов А. А<sup>1</sup>*

*к. ф.-м. н, доц. кафедры физики*

*Джураева Н. М.<sup>2</sup>,*

*Старший преподаватель кафедры физики*

*Джизакский политехнический институт, Узбекистан<sup>1,2</sup>*

## **СВОЙСТВО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КВАРЦА С ПРИМЕСЬЮ Fe**

**Аннотация:** Исследованы зависимости вероятности неударного создания собственных дефектов структуры от плотности возбуждения, примесей и степени совершенства структуры кристаллов  $\text{SiO}_2$  с примесью Fe.

**Ключевые слова:** кварц, дефект, радиация, кристалл,  $\gamma$ -облучение.

## **PROPERTIES OF CRYSTALLINE QUARTZ WITH IMPURITY OF Fe**

*Mustafakulov A. A.<sup>1</sup>*

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor*

*Jizzakh Polytechnic Institute*

*Juraeva N. M.<sup>1</sup>,*

*Senior teacher of the Department of Physics*

*Jizzakh Polytechnic Institute*

**Annotation:** The dependences of the probability of non-impact creation of intrinsic structural defects on the excitation density, impurities, and the degree of structural perfection of  $\text{SiO}_2$  crystals with an Fe impurity are investigated.

**Key words:** quartz, defect, radiation, crystal,  $\gamma$ -irradiation.

Известно, что кристаллический и стеклообразный кварц и изделия на их основе являются различными структурными состояниями  $\text{SiO}_2$ ,

имеющими разные степени совершенства структуры. В настоящее время считается, что в кристаллическом  $\text{SiO}_2$  бразование стабильных дефектов структуры происходит только за счет ударного механизма дефектообразования. В кварцевом стекле и изделиях на их основе под действием ионизирующих излучений наблюдается образование дефектов структуры и за счёт неударного механизма дефектообразования .

Вероятность неударного создания дефектов основы в разных структурных состояниях  $\text{SiO}_2$  зависит от примесей, плотности возбуждения и степени совершенства структуры . Поэтому в данной работе для изучения зависимости вероятности неударного создания собственных дефектов структуры от плотности возбуждения, примесей и степени совершенства структуры исследованы спектры поглощения (СП) и гаммалюминесценции (ГЛ) кристаллов  $\text{SiO}_2$  с Fe, облученных различными флюенсами протонов ( $E_p=18$  МэВ), дейтонов  $E_d=16$  МэВ) и  $\alpha$ -частиц ( $E_\alpha =18$  МэВ). Концентрация Fe определялась методом нейтронно-активационного анализа и составляет  $5 \cdot 10^{-2}$  вес % .

В спектре поглощения кристаллов кварца наблюдается полосы 350 и 540 нм, интенсивности которых растут с увеличением флюенса заряженных частиц. Изучение распределения центров полос поглощений 350 и 540 нм по толщине кристаллов показало, что до определенной толщины  $R_o$  – кристалла она не изменяется, а при больше  $R_o$  – увеличивается и проходит через максимум . Установлено, что создание дефектов в области глубин больше и равен  $R_o$  и больше  $R_o$  кристалла происходит за счёт неударного и ударного механизма дефектообразования соответственно.

Исследованы СП и ГЛ необлученных и кристаллов, имеющих различный степень разупорядочения структуры, вызванный предварительным облучением флюенсами заряженных частиц  $4 \cdot 10^{14}$ ,  $10^{15}$ ,  $10^{16}$  и  $10^{17}$  см $^{-2}$  после дополнительного  $\gamma$ -облучения. Показано, что в

предварительно-необлученных кристаллах центры полос поглощений распределены равномерно по толщине кристалла и увеличивается с дозой  $\gamma$ -облучения. При дозах гамма облучения  $7 \cdot 10^9$  Р наблюдается резкое увеличение интенсивности полос поглощений .

Дополнительное  $\gamma$ -облучение предварительно облученных кристаллов приводит к повышению интенсивностей полос поглощений как в области глубин  $\leq R_o$ , так и  $\geq R_o$ . Скорость увеличения интенсивностей полос 350 и 540 нм зависит от дозы предварительного облучения.

Изучена зависимость интенсивности полосы ГЛ 470 нм при 77 К в необлученных и предварительно облученных кристаллах от дозы  $\gamma$ -облучения в интервале  $10^6$ - $10^{11}$  Р. Показано, что в необлученных кристаллах интенсивность полосы 470 нм линейно увеличивается с дозой облучения.

В предварительно облученных кристаллах наблюдается двухстадийное увеличение интенсивности полосы. Первая стадия, в основном, обусловлено проявлением радиационно-наведенных дефектов структуры, а вторая- дополнительно созданными дефектами структуры под действием  $\gamma$ -лучей.

**Выводы:** На основе экспериментальных данных и обсуждений полученных результатов исследований установлено, что существует критическая доза  $\gamma$ -облучения при которой наблюдается резкое увеличение вероятности образования центров свечения полосы 470 нм. Ее значения зависит от дозы предварительного облучения и уменьшается с ростом степени разупорядоченная структуры кристалла. Таким образом, можно полагать, что в кристаллах  $\text{SiO}_2$ , различный степень разупорядочения и примеси, реализуется неударный механизм дефектообразования и при низких плотности возбуждения. Повышению

степени разупорядочения приводит к росту вероятности образования дефектов структуры.

#### **Список литературы:**

1. Grinfelds A.N., Silin A.R. et all. – Phys. st. sol. (a)., 1984. v.81, №1. P.K 23
2. Boboyarov, S. G., Ibragimov, Z. D., Mustafakulov, A. A., Nuritdinov, I., & Turdiev, R. T. (2007). About multivendorness of luminescent centers near 2 eV in quartz crystals; О многотипичности центров свечения вблизи 2 ehV в кристаллах кварца
3. Раков Л.Т. и др. Докл. АН ССР – 1986, 289, 4, с.962.
4. Boboyarova S. G. et al. Influence of radiation induced defects on luminescence of quartz crystals. – 1999.
5. Амосов А.В. и др. Физ – хим стекла, 1985, II, с.106.
6. Мустафакулов, А., Нуритдинов, И., Самадов, М., Астанов, Б., Тайланов, Н., Суярова, М., Джураева, Н., & Наримонов, Б. (2018). Исследование аморфизации структуры кристаллов кварца при облучении люминесцентным методом. «Узбекский физический журнал», 20(2),134–136.
7. Boboyarov S. G. et al. About multivendorness of luminescent centers near 2 eV in quartz crystals; О многотипичности центров свечения вблизи 2 ehV в кристаллах кварца. – 2007.
8. Вахидов Ш.А., Гасанов Э.М., Мустафакулов А.А. и др. В. кн. Люминесценция молекул и кристаллов. Таллинн, 1987, с.137.
9. Раков Л.Т. и др. Докл. АН ССР – 1986, 289, 4, с.962.
10. Ashurov, M. K., Boboyarova, S. G., Ibragimov, D. D., Mustafakulov, A. A., Turdiev, R. T., Khushvakov, O. B., & Yuldashev, A. D. (1997). About the dependence of defect production processes in perfect and defect quartz and berlinitite crystals on radiation type.

- 11.Мустафакулов, А. А., Нуритдинов, И., Ахмаджонова, У. Т., & Жўраева, Н. М. (2020). Структура и свойства кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках. Менделеев, (2), 4-7.
12. Мустафакулов, А. А., Ахмаджонова, У. Т., & Жўраева, Н. М. (2020). Инновационная технология-гидротермальный рост синтетического минерального сырья. Экономика и социум, (6), 924-927.
- 13.Mustafakulov, A. A., Axmadjonova, U. T., Djuraeva, N. M., & Suyarova, M. H. (2019). Paramagnetic resonanse of lattice defects in neutron-irradiated  $\beta$ -phase quartz. 1 ТОМ, 264.
- 14.Mustafakulov, A., Ahmadjonova, U., Jo'raeva, N., & Arzikulov, F. (2021). Свойства синтетических кристаллов кварца. Физико-технологического образования, (3).
- 15.Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Глава 9. Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. ББК 60, (П75), 139.
- 16.Мустафакулов, А. А. (2020). Рост кристаллов кварца на нейтронно-облученных затравках. Инженерные решения, (11), 4-6.
- 17.Арзикулов, Ф., Мустафакулов, А. А., & Болтаев, Ш. (2020). Рост Кристаллов Кварца На Нейтронно-Облученных Затравках. In Приоритетные направления развития науки и образования (pp. 139-152).
- 18.Жўраева, Н. М., & Ахмаджонова, У. Т. (2020). Сверхпроводящие фуллерены и их применение в биофизике. Академическая публицистика,(2), 12-14.
- 19.Mustafakulov, A. A., Akhmadzhonova, U. T., & Juraeva, N. M. (2020). Innovative technology-hydrothermal growth of synthetic mineral raw materials. Economy and society, 6, 924-927.