

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - РОСТ СИНТЕТИЧЕСКОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Мустафакулов А.А., Санакулова М., Мустафакулов А.

Кандидат физико-математических наук, профессор
Джизакский политехнический институт г. Джизак, Республика Узбекистан
asrormustafaqulov@gmail.com

Аннотация: В работе приводятся результаты исследования кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках. Обнаружено, что в них присутствует β -фаза кварца, количество которой возрастает с увеличением дозы облучения затравок. Ценность этого результата заключается в том, что впервые удалось экспериментально доказать влияние зародышей β -фазы кварца, образованных нейтронном облучением, на ее рост при дальнейшей кристаллизации.

Ключевые слова: Кварц, фаза, пьезокварц, затравка, нурланиш дозаси, нейтрон.

INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR PRODUCING SYNTHETIC MINERAL RAW MATERIALS

Mustafakulov A.A., Sanakulova M., Mustafakulov A.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor
Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Republic of Uzbekistan
asrormustafaqulov@gmail.com

Abstract: This paper presents the results of a study of quartz crystals grown on neutron-irradiated seeds. It was found that they contain the β -phase of quartz, the amount of which increases with increasing seed irradiation dose. The significance of this result lies in the fact that it is the first experimental proof of the influence of neutron-irradiated β -phase nuclei in quartz on its growth during subsequent crystallization.

Keywords: Quartz, phase, piezoelectric quartz, seed, nurlanish dozasi, neutron.

SINTETIK MINERAL XOMASHYONI ISHLAB CHIQRISHNING INNOVATSION TEXNOLOGIYASI

Mustafaqulov A.A., Sanakulova M., Mustafakulov A.

Fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
Jizzax politexnika instituti, Jizzax, O'zbekiston
Respublikasi asrormustafaqulov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola neytron nurlangan urug'larda o'stirilgan kvarts kristallarini o'rganish natijalarini taqdim etadi. Aniqlanishicha, nix tarkibida b-fazali kvarts mavjud bo'lib, uning miqdori urug'lik nurlanish dozasi oshishi bilan ortadi. Bu natijaning ahamiyati shundan iboratki, u neytron nurlangan b-fazali kvarts yadrolarining keyingi kristallanish jarayonida kristall o'sishiga ta'sirining birinchi eksperimental isbotini beradi.

Kalit so'zlar: Kvars, faza, qum kvarts, urug', nurlanish dozasi, neytron.

Введение: Благодаря пьезоэлектрическому свойству природный минерал-кристаллический кварц широко используется в современной технике для стабилизации частоты электромагнитных колебаний, для генерирования ультразвуковых волн, в многоканальной телефонной связи, в радиоэлектронных устройствах, в том числе и космической. При определенных типах кристаллографической симметрии в результате деформирования кристалла

возникает прямой пьезоэлектрический эффект-на гранях кристалла появляются электрические заряды,

пропорциональные величине деформации. Имеет место также и обратный пьезоэлектрический эффект, который заключается в том, что в электрическом поле в кристаллах возникают внутренние напряжения, пропорциональные напряженности поля. Пьезоэлектрический эффект тесно связан с существом кристаллической структуры минерала.

Основная часть: Кристаллы имеют геометрически правильное расположение составляющих их структурных элементов, чередование которых в пространстве образует кристаллическую решетку. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты используются для стабилизации частоты: при периодическом изменении электрического поля, прикладываемого к кристаллу-минералу, например кварца, в последнем возникают резонансные механические колебания, если частота изменения поля равна одной из собственных частот кристалла. Эти механические колебания благодаря обратному пьезоэффекту обуславливают весьма интенсивные электрические колебания, если частота изменения поля равна одной из собственных частот кристалла, оказывающие сильное воздействие на возбуждающую их электрическую цепь. Частота собственных колебаний пьезоэлектрического кристалла определяется его физическими свойствами и геометрическими размерами [1,23-с.]. Пьезоэлектрические кварцевые резонаторы изготавливаются в настоящее время в широком ассортименте и охватывают диапазон частот от нескольких сотен герц до нескольких сотен мегагерц. С помощью радиотехнических средств, применяемых для умножения и преобразования частоты, кварцевые резонаторы удается использовать для стабилизации электрических колебаний в еще более широком диапазоне, вплоть до сантиметровых волн. Практическая значимость обнаруженного явления несомненно велика, поскольку на его основе могут быть разработана новая технологическая задача- в частности изготовления кристаллов кварца с заданными структурными, пьезоэлектрическими характеристиками. Поэтому в данной работе для расширения области применения минерального сырья, в частности кристаллов кварца и управления их радиационными свойствами приводятся данные получения синтетического минерального сырья - выращивания кристаллического кварца гидротермальным методом, с разными структурными характеристиками. В частности излагаются данные о выращивании β -фазы кристаллического кварца на затравках облученных нейтронами. Ранее в [2-3,4с.] методом инфракрасной (ИК) спектроскопии, методом гаммалюминесценции (ГЛ) и рентгеноструктурного анализа показано, что в нейтронно- облученных кристаллах в интервале доз $5 \cdot 10^{18}$ - $5 \cdot 10^{19}$ н/см² происходит образования β - и метамиктной фазы кварца.

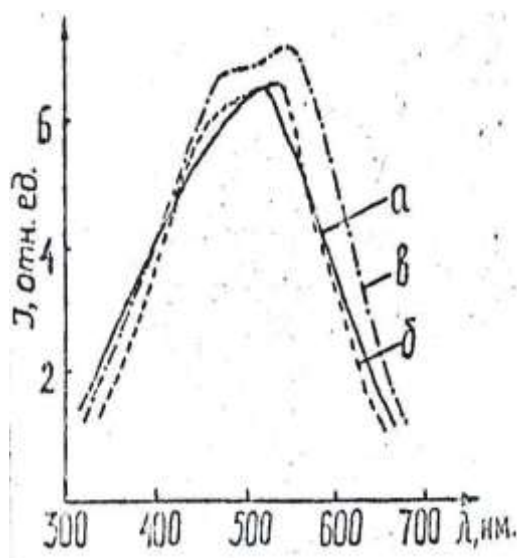


Рис.1. Спектр ГЛ кристалла, выращенного на нейтронно-облученной дозой $5 \cdot 10^{18}$ н/см² затравке.

Эти данные дали начало новым исследованиям структуры и оптических свойств кристаллов, выращенных на нейтронно-облученных затравках дозами 10^{18} , $5 \cdot 10^{18}$, 10^{19} и $5 \cdot 10^{19}$ н/см², как для уточнения механизма α - β -перехода, так и для изучения возможностей наследования, имеющих на затравке, нейтронно-наведенных точечных дефектов структуры β -и метамиктных фаз кварца в выросшем слое. Исследования структуры этих кристаллов методом рентгеноструктурного анализа показали, что наблюдается наследование β -фазы в выросшем слое [3,4с.]. В данной работе нами изучением спектры гаммалюминесценции (ГЛ), сопоставлением ее с данными [4,56с.,5,31с.] и [6,31с.,7,134с.,8,159с.] показано, что наблюдается унаследование радиационнонаведенных точечных дефектов β - и метамиктных фаз кварца. Исследована зависимость интенсивности нейтронно-наведенных полос фото-гаммалюминесценции (ФЛ и ГЛ) при 460, 550 660 нм в обычных кристаллах (I типа) и в кристаллах кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках (II типа, рис.2) от флюенса нейтронов в интервале 10^{16} - $8 \cdot 10^{20}$ н/см².

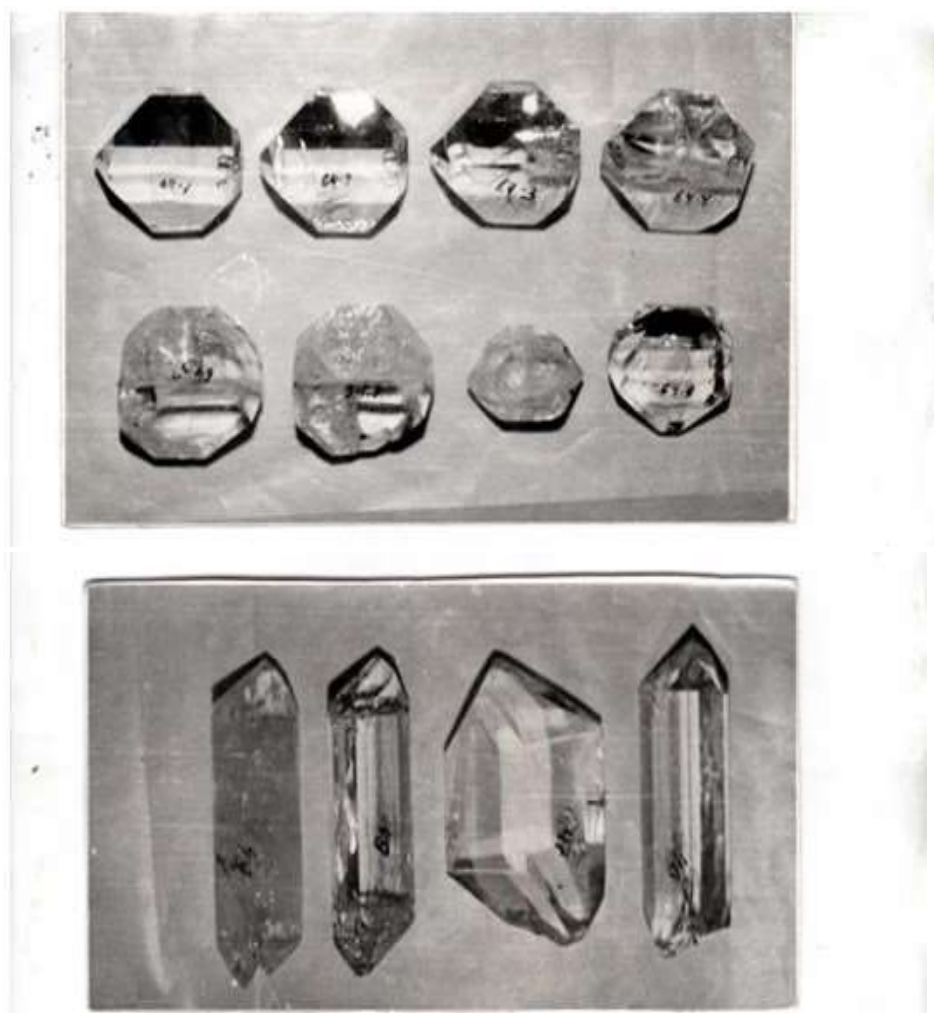


Рис.2. Кристаллы кварца II типа, затравка необлучена (1), затравка облучена флюенсом нейтронов 10^{19} - $8 \cdot 10^{20}$ н/см² (2-4).

Исследование структуры кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках методом рентгеноструктурного анализа, описанного в [7,134с.], показали, что количество β -фазы уменьшается с ростом толщины выросшего слоя. Например, в кристаллах выращенных на облученных флюенсом нейтронов $5 \cdot 10^{19}$ н.см⁻² затравках, количество β -фазы в первой пластинке, толщиной 2-4мм, вырезанной из выросшего слоя параллельно затравке,

составляет 48% от общего объема кристалла. В третьей пластинке, т.е. в выросшем слое, удаленный от затравки на 6-8 мм количества β -фазы-13%, а в пятой пластинке (10-13 мм) β -фаза не обнаружена. Отметим, что кристаллы кварца на нейтронно-облученных затравках выращивались в обычных Р-Т- условиях роста для кварца. Поскольку в данном случае в затравке имеются α - и β - фазы, отличающиеся друг от друга физико-химическими и структурными параметрами [8,158с.-9,75с.], то следует ожидать, что варьирование фазового состава затравки приведет к изменению Р-Т- условий роста в целом для кристалла. Поэтому можно предположить, что уменьшение концентрации Т-центров обусловлено изменением Р-Т-условий роста с увеличением количества β - фазы. На основе экспериментальных результатов считаем, что в кристаллах кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках, наследуемая выросшим слоем радиационно-наведенная β - фаза является дефектной и проявления парамагнитного Т-центра обуславливается за счет изменения Р-Т- условий роста.

Закключение: Таким образом полученные экспериментальные данные показывают возможность синтеза стабильной при нормальных условиях β - фазы кварца на облученных затравках, т.е. возможность получения гидротермальным методом кристаллических материалов с заданными структурными характеристиками.

Список литературы

1. Смагин А.Г. Ярославский М.И. Пьезоэлектричество кварца и кварцевые резонаторы. Москва, Энергия-1970.
2. Mustafakulov, A., Kalandarov, P., Olimov, O. Luminescence of neutron-irradiated quartz crystals. BIO Web of Conferences, 2024, 82, 01017 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248201017>
3. Mustafakulov, A. A., Akhmedov, E. R., Karshiboev, Sh. A., Arzikulov, F. F.: Technology of growing and researching synthetic piezoelectric quartz. Proc. SPIE 14014, Advanced Materials for Optics and Photonics: Chemistry and Engineering Perspectives (AMOP 2025), 1401402 (2025). <https://doi.org/10.1117/12.3091983>
4. Mustafakulov A.A. et all. III Eurasion conf. Nuklear sciens and itz Application. 16-19 Sept. 2002. Almaty, Republic of Kazakhtan.
5. Мустафакулов А.А., Туропов У.У., Маллаев О.У. Научно-практич. журн. "Высшая школа" Пьезоэлектрический эффект в выращенных кристаллах кварца № 6, 2018. с.30-31.
6. Мустафакулов А.А., Маматкулов Б.Х., Уринов Ш.С. Гидротермальный рост минерального сырья на нейтронно-облученных затравках. Материалы VI Международной научно-практической VI Global science and innovations 2019: central asia international scientific conference Nur-Sultan (Astana), May 9-13th 2019 p.133-135.
7. Mustafakulov A.A., Turapov U.U., Etmishov Kh.F., Eshbekova S.O. Paramagnetic resonanse of lattice defects in neutron-irradiated β -phase quartz. Beijing, China, Scientific research of the sco countries: synergy and integration, 上合组织国家的科学研究：协同和一体化, Materials of the Date: International Conference May 17, 2019, p. 157-158-159.
8. Юлдашев У., Мустафакулов А. Природа центров люминесценции кристаллов кварца, выращенных на нейтронно-облученных затравках // «Узбекский физический журнал». – 2023. – Т. 25. – №. 1. 73-75с.

SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA OCHIQ ILMIY MA'LUMOTLARNI TAHLIL QILISH VA META-TADQIQOTLAR OLIB BORISH

Djurayeva Buvsara Abdumannonovna

Pedagogika fanlari falsafa doktori, dotsent Jizzax davlat pedagogika
universiteti buvsaradjurayeva79@gmail.com