

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS  
of the XIX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024  
Астана**

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2024**

8. Palmstrom, C.J. Heusler compounds and spintronics. *Prog. Cryst. Growth Charact. Mater.* **2016**, 62, 371. <https://doi.org/10.1016/j.pcrystgrow.2016.04.020>.
9. Marti, X.; Fina, I.; Frontera, C.; Liu, J.; Wadley, P.; He, Q.; Paull, R.J.; Clarkson, J.D.; Kudrnovsky, J.; Tirek, I.; et al. Room-temperature antiferromagnetic memory resistor. *Nat. Mater.* **2014**, 13, 367. <https://doi.org/10.1038/NMAT3861>.
10. Jamer, M.E.; Assaf, B.A.; Devakul, T.; Heiman, D. Magnetic and transport properties of Mn<sub>2</sub>CoAl oriented films. *Appl. Phys. Lett.* **2013**, 103, 142403. <https://doi.org/10.1063/1.4823601>.
11. Seredina, M.; Gavrikov, I.; Gorshenkov, M.; Taskaev, S.; Dyakonov, A.; Komissarov, A.; Chatterjee, R.; Novosad, V.; Khovaylo, V. Magnetic and transport properties of Mn<sub>2</sub>CoGa. *J. Magn. Magn. Mater.* **2019**, 470, 55. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2017.12.043>.
12. Galanakis, I.; Özdoğan, K.; Şaşıoğlu, E.; Blügel, S. Conditions for spin-gapless semiconducting behavior in Mn<sub>2</sub>CoAl inverse Heusler compound. *J. Appl. Phys.* **2014**, 115, 093908. <https://doi.org/10.1063/1.4867917>.

УДК 54.548.4

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИЙ В XMGO-(1-X)LI<sub>2</sub>ZRO<sub>3</sub> КЕРАМИКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОПАНТА И УСЛОВИЙ СИНТЕЗА

**Тлеубай Ислам Куанышулы**

[itleubay@gmail.com](mailto:itleubay@gmail.com)

магистрант кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий ЕНУ им. Л.Н.

Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – PhD, и.о. доцент Шлимас Дмитрий Игоревич

Несмотря на растущий спрос на энергию, значительное внимание уделяется усилиям по сокращению зависимости от углеводородов и традиционных источников энергии. [ 1 , ] Для этого предлагается использовать различные альтернативные источники энергии, с акцентом на ядерной и термоядерной энергетике. В частности, в сфере атомной энергетики наблюдается стремление к переходу от традиционных реакторных установок к высокотемпературным ядерным реакторам, способным работать при повышенных температурах теплоносителя и обладающим большим ресурсом производительности. В термоядерной энергетике акцент делается на использовании новых видов ядерного топлива, причем одним из наиболее перспективных является тритий. Эксплуатация трития позволяет получить достаточное количество энергии, способного удовлетворить ряд потребностей энергетике и способствовать постепенному отказу от традиционных источников энергии. Более того, термоядерная энергетика и электростанции рассматриваются как одни из наиболее перспективных систем будущего. Исследования в этом направлении крайне актуальны и важны, учитывая множество нерешенных проблем, связанных с их применением.

Одной из ключевых проблем термоядерной энергетике является вопрос производства трития, необходимого для топливного цикла термоядерных установок, поскольку он выполняет роль основного обеспечения топлива. Эта проблема связана с недостаточной производительностью традиционных методов производства трития, которые не в состоянии обеспечивать все виды термоядерных установок. [ 2 ]В связи с этим следует обратить внимание на использование бланкетных материалов, состоящих из литиевой керамики. Применение литиевой керамики на основе титанатов, силикатов или цирконатов надежно выглядит из-за возможности образования трития в результате ядерных компонентов лития с нейтронами. Большинство специалистов в этой области сходятся во мнении, что использование лития или литийсодержащей керамики полностью решает проблему тритиевого топлива для термоядерной энергетике, в перспективе долгосрочных запасов лития.[ 3 4 5 ]

Диэлектрическая керамика с низкой диэлектрической проницаемостью играет важную роль в широком спектре применений: от связи на миллиметровых волнах до подложек для микроволновых интегральных схем, что способствует развитию смежных отраслей, таких как Интернет вещей (IoT), спутник прямого вещания (DBS). и глобальная система позиционирования (GPS). Чтобы удовлетворить требованиям высокоскоростной передачи, эти материалы должны обладать соответствующими относительными диэлектрическими проницаемостями ( $\epsilon_r$ ), более высокими добротностями ( $Q \cdot f$ ) и близкими к нулю температурными коэффициентами резонансной частоты ( $\tau_f$ ). Кроме того, чтобы сделать эти материалы пригодными для практического применения, также необходимы более низкие температура спекания и затраты на подготовку [1,2].

В последнее время тройная система  $\text{Li}_2\text{AO}_3\text{-MgO}$  ( $A=\text{Ti, Zr, Sn}$ ) со структурой каменной соли привлекла широкое внимание благодаря своим превосходным и регулируемым микроволновым диэлектрическим свойствам [[6], [7], [8], [9]]. Так, в соответствии с частичной субсолидусной фазовой диаграммой, представленной А.Р. Запад [[10], [11]]. Хотя относительная диэлектрическая проницаемость имела тенденцию к снижению, значения  $Q \cdot f$  значительно улучшились за счет увеличения количества добавления  $\text{MgO}$ . В результате некоторые типичные соединения, такие как  $\text{Li}_2\text{MgTiO}_4$  ( $\epsilon_r=17,25$ ,  $Q \cdot f=97,300$  ГГц,  $\tau_f=-27,2\text{ppm}/^\circ\text{C}$ , при  $1360^\circ\text{C}$ ) [5] и  $\text{Li}_2\text{Mg}_4\text{TiO}_7$  ( $\epsilon_r=13,43$ ,  $Q \cdot f=233600$  ГГц,  $\tau_f=-27,2\text{ppm}/^\circ\text{C}$ , при  $1600^\circ\text{C}$ ) [6] можно использовать для различных промышленных применений. Аналогичные исследования проводились и в системе  $(1-x)\text{Li}_2\text{SnO}_3\text{-xMgO}$ , причем значение  $\tau_f$  удалось сместить от положительного значения к отрицательному при  $x=0,3$  [[12], [13], [14], [15], [16]]. Однако сообщений о фазообразовании и диэлектрических свойствах в керамике  $(1-x)\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-xMgO}$  было меньше.

Сообщалось, что тетрагональная керамика  $\text{Li}_2\text{ZrO}_3$ , имеющая пространственную группу  $I41/amd$ , проявляет микроволновые диэлектрические свойства с  $\epsilon_r=15,54$ ,  $Q \cdot f=37,166$  ГГц,  $\tau_f=-26,60$  ppm/ $^\circ\text{C}$  [17]. С другой стороны, керамика  $\text{MgO}$  принадлежит к кубической системе с пространственной группой  $Fm\text{-}3m$ , которая хорошо известна как материал со сверхнизкими диэлектрическими потерями, несмотря на более высокую температуру спекания, а также более низкую диэлектрическую проницаемость [18]. Поскольку размер катиона  $\text{Mg}^{2+}$  (0,72 Å) аналогичен размеру катиона  $\text{Zr}^{4+}$  (0,72 Å) и  $\text{Li}^+$  (0,76 Å) при координационном числе 6, твердые растворы  $\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-MgO}$  могут быть получены путем ионного замещения [12,13,19,20]. Например, сообщалось, что керамика  $\text{Li}_2\text{Mg}_3\text{ZrO}_6$  с кубической структурой, которую можно разделить на  $0,25\text{Li}_2\text{ZrO}_3+0,75\text{MgO}$ , обладает превосходными диэлектрическими свойствами:  $\epsilon_r=12,17$ ,  $Q \cdot f=113\ 000$  ГГц и  $\tau_f=-17,13$  ppm/ $^\circ\text{C}$  [12]., [13]. В нашей предыдущей работе было обнаружено, что керамика  $\text{Li}_2\text{MgZrO}_4$  ( $0,5\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-}0,5\text{MgO}$ ) имеет тетрагональную структуру. Хотя образец показал более низкую относительную плотность (79,02%) при  $1175^\circ\text{C}$ , он показал подходящие свойства с  $\epsilon_r=12,30$ ,  $Q \cdot f=40900$  ГГц и  $\tau_f=-12,31$  ppm/ $^\circ\text{C}$  [20]. Таким образом, в системе  $(1-x)\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-xMgO}$  может быть обнаружен тетрагонально-кубический фазовый переход, и в составах  $x = 0,50\text{--}0,75$  ожидается наличие смешанных фаз. В данной работе систематически исследовалось влияние внутренних и внешних факторов на микроволновые диэлектрические свойства керамики  $(1-x)\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-xMgO}$ . Ожидается, что подходящее соотношение  $\text{Li}_2\text{ZrO}_3\text{-MgO}$  позволит достичь сбалансированных свойств для практического применения.

## Список использованных источников

- 1.Грейвс, К.; Эббесен, SD; Могенсен, М.; Лакнер, К.С. Устойчивое углеводородное топливо путем переработки  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с использованием возобновляемых источников или ядерной энергии. Обновить. Поддерживать. Energy Rev. 2011 , 15 , 1–23. [ Академия Google ] [ CrossRef ]
- 2.Джаалам, Н.; Рахим, Н.; Бакар, А.; Тан, К.; Хайдар А.М. Комплексный обзор методов синхронизации сетевых преобразователей возобновляемых источников энергии. Обновить.

- Поддерживать. Energy Rev. 2016 , 59 , 1471–1481. [ Академия Google ] [ CrossRef ] [ Зеленая версия ]
3. Арутюнов В.С. Водородная энергетика: значение, источники, проблемы и перспективы (обзор). Домашний питомец. хим. 2022 , 62 , 583–593. [ Академия Google ] [ CrossRef ]
  4. Рыжков, С.В. Гелий-3 как перспективное топливо для генерации электроэнергии методом анейтронного термоядерного синтеза. Физ. В. Нукл. 2020 , 83 , 1434–1439. [ Академия Google ] [ CrossRef ]
  5. Ван, К.; Джи, Б.-Л.; Гу, С.-Х.; Ци, К.; Чен, Л.; Чжоу, Х.-С.; Лю, С.-Л.; Луо, Г.-Н. Последние результаты исследований совместимости размножителей трития с конструкционными материалами и покрытиями термоядерных реакторов. Вольфрам 2022 , 4 , 170–183. [ Академия Google ] [ CrossRef ]
  6. J.X. Bi, C.H. Chen, Y.B. Lin, K.C. Zhou, S.Y. Zou, Q.H. Zhang , "Structural and electrical properties of La<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>CoO<sub>3-δ</sub> perovskite as an anode for solid oxide fuel cells", Journal of Power Sources, Vol. 182, Issue 1, (2008), pp. 110-115
  7. F.M.F. de Lima, J.A. Varela, V.S. Silva, J.M. Sasaki, "Dielectric properties of Ba<sub>0.6</sub>Sr<sub>0.4</sub>TiO<sub>3</sub> ceramics prepared by the Pechini method", Cerâmica, Vol. 51, No. 330, (2005), pp. 162-168
  8. A.K. Shukla, S. Sharma, "Effect of La substitution on the structural and electrical properties of SrTiO<sub>3</sub> ceramics", Materials Chemistry and Physics, Vol. 103, Issue 2, (2007), pp. 392-399
  9. Y.D. Zhang, D. Zhou, Pseudo phase diagram and microwave dielectric properties of Li<sub>2</sub>O-MgO-TiO<sub>2</sub> ternary system, J. Am. Ceram. Soc. 99 (2016) 3645-3650.
  10. J.X. Bi, Y.J. Niu, H.T. Wu, LiMg<sub>2</sub>Ti<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: A novel low-loss microwave dielectric ceramic for LTCC applications, Ceram. Int. 43 (2017) 7522-7530
  11. H.L. Pan, H.T. Wu, Crystal structure, infrared spectra and microwave dielectric properties of new ultra low-loss Li<sub>2</sub>Mg<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>16</sub> ceramics, Ceram. Int. 43 (2017) 14484-14487.
  12. Z.F. Fu, P. Liu, J.L. Ma, X.G. Zhao, H.W. Zhang, Novel series of ultra-low loss microwave dielectric ceramics: LiMgBO (B=Ti, Sn, Zr), J. Eur. Ceram. Soc. 3 (2016) 625-629,

УДК 544.6.018

## **УРАН (VI) ИОНДАРЫНА ҚАТЫСТЫ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ КВАНТТЫҚ ХИМИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**

**Тұрар Жібек Шәкизатқызы**

Магистрант 1 курса ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
Ғылыми жетекші -Абуова Ф.У.

Композициялық материалдардың уран (VI) иондарына қатысты сорбциялық қасиеттерін зерттейді және сорбция процесіне қатысатын негізгі механизмдерді зерттеу және түсіну үшін кванттық химиялық модельдеуді пайдаланады. Зерттеу уран (VI) иондарын сулы ерітінділерден тазартудағы композициялық материалдардың тиімділігі туралы түсінік беруге, сондай-ақ композициялық материал мен уран иондары арасындағы молекулалық өзара әрекеттесуді түсіндіруге бағытталған.

Диссертация уран (VI) иондарына ерекше назар аудара отырып, ауыр металдар иондарын жою үшін қолданылатын сорбциялық процестер мен композициялық материалдар туралы қазіргі әдебиеттерді қарастырудан басталады. Бұдан кейін әртүрлі композициялық материалдардың сорбциялық қасиеттерін, оның ішінде олардың бетінің ауданын, кеуектілігін және уран (VI) иондарының сорбциясын жеңілдететін функционалдық топтарын егжей-тегжейлі талдау жүргізіледі.

РН, концентрация және жанасу уақыты сияқты әртүрлі жағдайларда композициялық материалдардың уран (VI) иондарына қатысты сорбциялық тиімділігін зерттеу үшін