

**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**

3.5 мкм величина упрочнения остается постоянной, из чего следует, что наибольший эффект упрочнения которого можно достичь при увеличении времени осаждения составляет не более 1.6 раз в сравнении с начальным значением твердости. При этом в этом случае изменение величины твердости при различных временах осаждения свидетельствует о наличии анизотропии в значении твердости, с характерными малыми значениями показателей твердости при толщинах пленок меньше 2.0 – 3.0 мкм.

#### Список использованных источников

1. Кадыржанов Д. и др. СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ  $\text{CuBi}_2\text{O}_4$ , ПРИМЕНИМЫХ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТЫ ОТ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ //Вестник КазАТК. – 2022. – Т. 123. – №. 4. – С. 330-338.
2. Fedotov A. et al. Electrodeposition conditions-dependent crystal structure, morphology and electronic properties of Bi films //Journal of Alloys and Compounds. – 2021. – Т. 887. – С. 161451.
3. Dahman Y. et al. Nanopolymers //Nanotechnology and functional materials for engineers. – 2017. – С. 121-144.
4. Duployer B. et al. Preparation and study of  $\text{CuBi}_2\text{O}_4$  thin films by RF magnetron sputtering //Materials Research Bulletin. – 2020. – Т. 130. – С. 110940.

УДК 538.911

### КОМПЕНСАЦИЯ ПОЛНОГО МАГНИТНОГО МОМЕНТА В ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ $\text{Mn}_2\text{Co}_{0.5}\text{V}_{0.5}\text{Z}$ ( $\text{Z} = \text{Al}$ )

Жанғазы Т., Туракбаев Д.Т.

Магистрант, Физико-Технический Факультет, Евразийский Национальный Университет им.  
Гумилева

Научный руководитель – Т.Инербаев

**Предмет.** В последние годы сплавы Гейслера широко изучались из-за их разнообразных магнитных явлений. Среди них сплавы Гейслера на основе марганца привлекли большое внимание благодаря своим уникальным свойствам и потенциальному применению во многих технологических областях. Одним из важных применений сплавов Гейслера на основе марганца является их использование в области спинтроники - области электроники, где передача энергии и информации осуществляется не электрическим током, а током спинов. Для этого нужно изучить разные физические свойства этих металлов, особенно магнитные свойства.

**Цели.** Исследование физических свойств структуры  $\text{Mn}_2\text{Co}_{0.5}\text{V}_{0.5}\text{Z}$  ( $\text{Z} = \text{Al}$ ). Вычисление и нахождение компенсации полного магнитного момента.

**Методология.** В процессе были использованы разные физические и математические приближения. В качестве метода расчета был использован теория функционала плотности. Также на основе этого метода был использован программа VASP.

**Результаты.** Структурные, электронные и магнитные свойства  $\text{Mn}_2\text{Co}_{1-x}\text{V}_x\text{Z}$  ( $\text{Z} = \text{Al}$ ,  $x = 0, 0.25, 0.5, 0.75$ ). 1) Сплавы Гейслера были теоретически исследованы для случая структур  $L2_1, L2_{1b}$  и ХА. Было обнаружено, что структура ХА более стабильна при низких концентрациях V, в то время как структура  $L2_1$  энергетически выгодна при высоких концентрациях V. Переход от упорядочения  $L2_1$  к упорядочению ХА происходит вблизи  $x = 0,5$ , что качественно согласуется с результатами эксперимента. Было обнаружено, что структура ХА более стабильна при низких концентрациях V, в то время как структура  $L2_1$  энергетически выгодна при высоких концентрациях V. Переход от упорядочения  $L2_1$  к упорядочению ХА происходит вблизи  $x = 0,5$ , что качественно согласуется с результатами эксперимента. Сравнение энергий структур  $L2_{1b}$  и ХА приводит к тому, что фазовый переход

между этими структурами происходит при  $x = 0,25$ , что отлично согласуется с экспериментальными данными. Параметры решетки линейно изменяются с ростом  $x$ . Для структуры  $L2_1$  наблюдалось небольшое уменьшение постоянной решетки  $a$ , в то время как для структуры ХА было обнаружено увеличение  $a$ .

**Выводы.** Экспериментально наблюдаемое нелинейное поведение параметров решетки при изменении содержания  $V$ , скорее всего, является проявлением наличия смеси фаз. Почти полная компенсация магнитного момента была достигнута для сплава  $Mn_2Co_{1-x}V_xZ$  ( $Z = Al$ ) при  $x = 0,5$  для упорядочения ХА. В случае упорядочения  $L2_{1b}$  необходимо учитывать частичный беспорядок атомов в подрешетках  $Mn$  и  $Co$ , чтобы добиться компенсации магнитного момента.

В данной статье представлены результаты исследований теории плотности функционала структурных, электронных и магнитных свойств сплавов Гейслера  $Mn_2Co_{1-x}V_xZ$  ( $Z = Al$ ,  $x = 0, 0,25, 0,5, 0,75, 1$ ) для случая структур  $L2_1$  и ХА. Показано, что при  $x = 0$  структура ХА более стабильна, в то время как при  $x = 1$  структура  $L2_1$  менее стабильна. Переход от одного типа упорядочения к другому происходит вблизи  $x = 0,5$ . Включение дополнительного атомного беспорядка путем рассмотрения решеток структуры  $L2_{1b}$  улучшает соответствие между теорией и экспериментом, и фазовый переход происходит при концентрации ванадия  $x = 0,25$ . В зависимости от степени замещения  $V$   $Co$  постоянные решетки структур  $L2_1$  и ХА изменяются по-разному, объясняя экспериментально наблюдаемые тенденции изменения постоянных решетки. При  $x=0,5$  для структуры ХА было достигнуто практически полная компенсация магнитного момента. Компенсированный магнитный момент для этих сплавов составляет  $0,06$  мВ/ф.у. Рассчитанные значения магнитных моментов сплавов с упорядочением ХА соответствуют значениям, рассчитанным в соответствии с правилом S-P. Чтобы достичь согласия с правилом S-P для структуры  $L2_1$ , необходимо принять во внимание другие типы атомного беспорядка, такие как обмен между атомами  $Co$  и  $Mn$ . Замена атомов  $Co$  на  $V$  приводит к изменению электронной структуры сплава из SGS в полуметаллическое состояние. В то же время ширина запрещенной зоны для состояний со спин-меньшинством исчезает, и формируется псевдощелевое состояние с DOS на 2 порядка меньше аналогичного значения для состояний со спин-большинством.

### Список литературы

1. Graf, T.; Felser, C.; Stuart, S.P. Parkin Simple rules for the understanding of Heusler compounds. *Prog. Solid State Chem.* **2011**, *39*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.progsolidstchem.2011.02.001>.
2. Weht, R.; Pickett, W.E. Half-metallic ferrimagnetism in  $Mn_2VAl$ . *Phys. Rev. B* **1999**, *60*, 13006. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.60.13006>.
3. Liu, G.D.; Dai, X.F.; Liu, H.Y.; Chen, J.L.; Li, Y.X.; Xiao, G.; Wu, G.H.  $Mn_2CoZ$  ( $Z = Al, Ga, In, Si, Ge, Sn, Sb$ ) compounds: Structural, electronic, and magnetic properties. *Phys. Rev. B* **2008**, *77*, 014424. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.77.014424>.
4. Ouardi, S.; Fecher, G.H.; Felser, C. Realization of Spin Gapless Semiconductors: The Heusler Compound  $Mn_2CoAl$ . *Phys. Rev. Lett.* **2013**, *110*, 100401. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.110.100401>.
5. Chen, X.R.; Zhong, M.M.; Feng, Y.; Zhou, Y.; Yuan, H.K.; Chen, H. Structural, electronic, elastic, and thermodynamic properties of the spin-gapless semiconducting  $Mn_2CoAl$  inverse Heusler alloy under pressure. *Phys. Status Solidi B* **2015**, *252*, 2830. <https://doi.org/10.1002/pssb.201552389>.
6. Luo, H.Z.; Liu, G.D.; Meng, F.B.; Wang, L.L.; Liu, E.K.; Wu, G.H.; Zhu, X.X.; Jiang, C.B. Slater–Pauling behavior and half-metallicity in Heusler alloys  $Mn_2CuZ$  ( $Z = Ge$  and  $Sb$ ). *Comput. Mater. Sci.* **2011**, *50*, 3119. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2011.05.037>.
7. Abada, A.; Amara, K.; Hiadsi, S.; Amrani, B. First principles study of a new half-metallic ferrimagnets  $Mn_2$ -based full Heusler compounds:  $Mn_2ZrSi$  and  $Mn_2ZrGe$ . *J. Magn. Magn. Mater.* **2015**, *388*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2015.04.023>.

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 ]