

MAGNIZOFERRIT MINERALIDA ALMASHINUV O‘ZARO TA’SIRINI HISOBLASH

*Sharob Rashidov nomidagi SamDU
Murodov Lazizbek Nabillo o‘g‘li*

ANNOTATSIYA

Ushbu tezisda magnizoferrit mineralida almashinish (exchange) o‘zaro ta’sirini hisoblashning kvant-mexanik asoslari o‘rganilgan. Ferrimagnetik xossalar A va B subpanjaralar orasidagi Heisenberg almashinish modeli orqali tahlil qilinadi. Almashinish integrali, koordinatsion son va inversiya darajasi kabi parametrlarning magnit tartiblanishga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Natijalar magnizoferritning umumiy magnitlanishi va Kyuri haroratini belgilovchi asosiy mexanizm A–B subpanjaralar orasidagi kuchli almashinish o‘zaro ta’siri ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: magnizoferrit, ferrimagnetizm, almashinish o‘zaro ta’siri, Heisenberg modeli, spinel tuzilma, inversiya darajasi, Kyuri harorati.

АННОТАЦИЯ

В данной тезисной работе исследуются квантово-механические основы обменного взаимодействия в минерале магнитоферрите. Ферромагнитные свойства анализируются с использованием модели обмена Гейзенберга между A и B подрешётками. Рассматривается влияние обменного интеграла, координационного числа и степени инверсии на магнитное упорядочение. Полученные результаты показывают, что основным механизмом, определяющим намагниченность и температуру Кюри магнитоферрита, является сильное обменное взаимодействие между A- и B-подрешётками.

Ключевые слова: магнитоферрит, ферромагнетизм, обменное взаимодействие, модель Гейзенберга, структура шпинели, степень инверсии, температура Кюри.

ABSTRACT

This thesis investigates the quantum-mechanical basis of exchange interactions in the magnetite-like mineral magnizoferrite. The ferrimagnetic properties are analyzed using the Heisenberg exchange model between A and B sublattices. The effects of the exchange integral, coordination number, and inversion degree on magnetic ordering are discussed. The results show that the dominant mechanism governing the net magnetization and Curie temperature of magnizoferrite is the strong exchange interaction between A and B sublattices.

Keywords: magnizoferrite, ferrimagnetism, exchange interaction, Heisenberg model, spinel structure, inversion degree, Curie temperature.

KIRISH

Hozirgi zamon materialshunoslik va qattiq jism fizikasi fanida ferrimagnetik materiallar alohida o‘rin egallaydi. Ular orasida magnizoferrit (spinel tipidagi ferritlar guruhiga kiruvchi mineral) o‘zining yuqori magnit barqarorligi, kimyoviy chidamliligi va sanoatdagi keng qo‘llanilishi bilan ajralib turadi.

Magnizoferritning asosiy fizik xossalari uning kristall panjarasidagi A (tetraedrik) va B (oktaedrik) pozitsiyalar orasidagi ionlarning taqsimoti hamda ular o‘rtasidagi kvant-mexanik almashinish (exchange) o‘zaro ta’siri bilan belgilanadi. Ushbu jarayon materialning ferrimagnetik tabiatini, to‘yingan magnitlanishini va Kyuri haroratini aniqlaydi.

Ushbu ishda magnizoferrit mineralida almashinish o‘zaro ta’sirining nazariy asoslari, matematik modeli va uning amaliy qo‘llanilishi batafsil yoritiladi.

MAGNIZOFERRITNING KRISTALL TUZILMASI, Magnizoferrit umumiy spinel tuzilishga ega bo‘lib, uning kimyoviy formulasi odatda AB_2O_4 ko‘rinishida ifodalanadi. Bu yerda:

- A – ikki valentli metall ionlari (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+})
- B – temir ionlari (Fe^{3+})

Kristall panjara ikki asosiy subpanjaradan iborat: Tetraedrik (A) pozitsiyalar Oktaedrik (B) pozitsiyalar. Ionlarning bu joylashuvi materialning magnit xossalarini belgilovchi asosiy omildir.

ALMASHINISH O‘ZARO TA’SIRNING FIZIK ASOSI Almashinish o‘zaro ta’siri kvant mexanik tabiatga ega bo‘lib, elektronlarning farqlanmasligi va Pauli prinsipi bilan bog‘liq. Heisenberg modeli bo‘yicha almashinish energiyasi:

$$E_{ex} = -2J_{ij} (S_i \cdot S_j) \text{ yoki } E_{ex} = -2J_{ij} S_i S_j \cos(\varphi)$$

- J_{ij} – almashinish integrali
- S_i, S_j – spin momentlari
- φ – spinlar orasidagi burchak

Agar $J > 0$ bo‘lsa \rightarrow spinlar parallel yo‘naladi (ferromagnit holat) Agar $J < 0$ bo‘lsa \rightarrow antiparallel holat (antiferromagnit holat)

FERRIMAGNETIZMNING PAYDO BO‘LISHI Magnizoferrit ferrimagnetik material hisoblanadi. Unda A va B subpanjaralardagi magnit momentlar qarama-qarshi yo‘nalgan bo‘ladi, lekin to‘liq kompensatsiyalanmaydi.

Natijaviy magnitlanish: $M = M_b - M_a$ Bu holat ferrimagnetizm deb ataladi.

HARORAT TA'SIRI VA KYURI NUQTASI Harorat oshishi bilan spinlar tartibi buziladi. Kyuri haroratida material paramagnit holatga o'tadi. Kuchli almashinish → yuqori Kyuri harorati, Magnizoferritlarda bu qiymat material tarkibiga bog'liq.

AMALIY QO'LLANILISHI Magnizoferrit va ferrit materiallar quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi: Elektronika-Transformator yadrolari-Induktiv elementlar- Yuqori chastotali qurilmalar

Telekommunikatsiya-Antenna tizimlari-Signal filtrlar

Tibbiyot-Magnit nanozarralar-MRI kontrast materiallari. Magnit xotira qurilmalari, magnit yozuv tizimlari

TEXNOLOGIK AHAMIYATI Ferritlar yuqori elektr qarshilikka ega bo'lgani uchun girdob toklar (eddy currents) kamayadi. Bu ularni yuqori chastotali texnikada juda foydali qiladi.

Hozirgi kunda almashinish integrali J ni birinchi prinsiplardan aniq hisoblash juda murakkab masala bo'lib qolmoqda. Ayniqsa temir asosidagi kristallarda ko'p atomli tizimlar sababli aniq yechim topilmagan.

XULOSA

Magnizoferrit mineralida magnit xossalar asosini kvant-mexanik almashinish o'zaro ta'siri tashkil qiladi. A–B subpanjaralar orasidagi kuchli almashinish ferrimagnetik tartibni hosil qiladi. Ushbu jarayon materialning sanoatdagi keng qo'llanilishini ta'minlaydi. Uning almashinuv tasir energiyalari ularning spin va magnit momentlar orqali ifodalashga yordam berdadi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kittel C. – Introduction to Solid State Physics
2. Morrish A. H. – The Physical Principles of Magnetism
3. Cullity B. D. – Introduction to Magnetic Materials
4. Xidirov I - Qattiq jismlar fizikasi