**Синтез и магнитные свойства однодоменных частиц гексаферрита, легированных галлием**

Студентка 2 курса Султановская А. С.

Руководитель к.х.н. доцент Трусов Л. А.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет наук о материалах*

Материалы, способные создавать собственные магнитные поля, имеют широкое применение в различных областях промышленности. Важной характеристикой таких материалов является коэрцитивная сила – значение напряженности приложенного магнитного поля, необходимого для полного размагничивания материала, намагниченного до насыщения [1]. Гексагональные ферриты М-типа (далее – гексаферриты), соединения с общей формулой MFe12O19 (M = Ba, Sr, Pb) являются важным классом промышленных магнитных материалов. Из-за химической устойчивости и низкой стоимости они используются в производстве магнитных лент, а также являются альтернативой сплавам редкоземельных элементов, используемых для производства постоянных магнитов. Гексаферриты обладают относительно высокой коэрцитивной силой и частотами поглощения в миллиметровом диапазоне. Эти характеристики определяются химическим составом соединения: при частичном замещении ионов железа на другие ионы можно добиться увеличения этих параметров, что улучшает свойства материалов на основе гексаферритов. [2] Примером успешного увеличения данных параметров является введение в структуру ионов Al3+ [3],[4]. Так как галлий находится в той же подгруппе, что и алюминий, можно предположить, повышение коэрцитивной силы и частот естественного ферромагнитного резонанса при частичном замещении ионов железа ионами галлия. На момент начала исследования не было представлено достоверной информации касательно магнитных свойств и кристаллической структуры гексаферритов, замещённых ионами галлия.

Целью представленного исследования является синтез однофазных однодоменных частиц состава SrFe12-xGaxO19 (0 ≤ x ≤ 6), исследование их кристаллической структуры, магнитных свойств и поглощения электромагнитного излучения в миллиметровом диапазоне.

Согласно данным РФА и СЭМ были получены однофазные однодоменные частицы с общей формулой SrFe12-xGaxO19 (0 ≤ x ≤ 6) методом самовозгорания цитратно-нитратных расплавов и последующих отжигах при 1200 ºС. В соответствии с данными магнитных измерений введение Ga3+ в структуру гексаферрита до степени замещения х = 4 приводит к увеличению коэрцитивной силы, при дальнейшем увеличении х коэрцитивная сила уменьшается. Впервые было установлено, что ионы галлия замещают ионы железа преимущественно в позициях 2a, 4f1, 12k и 2b в структуре гексаферрита. Согласно терагерцовым спектроскопическим измерениям все образцы характеризуются резонансным поглощением в диапазоне 49-56 ГГц. Значения частот лежат в 5G диапазоне, поэтому полученные соединения могут иметь широкое применение в сфере развития беспроводных технологий.

**Литература:**

1. Coey J.M.D. Perspective and Prospects for Rare Earth Permanent Magnets // Engineering. THE AUTHORS., 2019. Vol. m, № xxxx.

2. Gorbachev E.A. et al. Design of modern magnetic materials with giant coercivity Design of modern magnetic materials with giant coercivity.

3. Gorbachev E.A. et al. Hexaferrite materials displaying ultra-high coercivity and sub-terahertz ferromagnetic resonance frequencies // Mater. Today. Elsevier Ltd, 2019. Vol. xxx, № xx. P. 1–6.

4. Sleptsova A.E. et al. with giant coercivity . Royal Society of Chemistry, 2018. P. 479–482.