

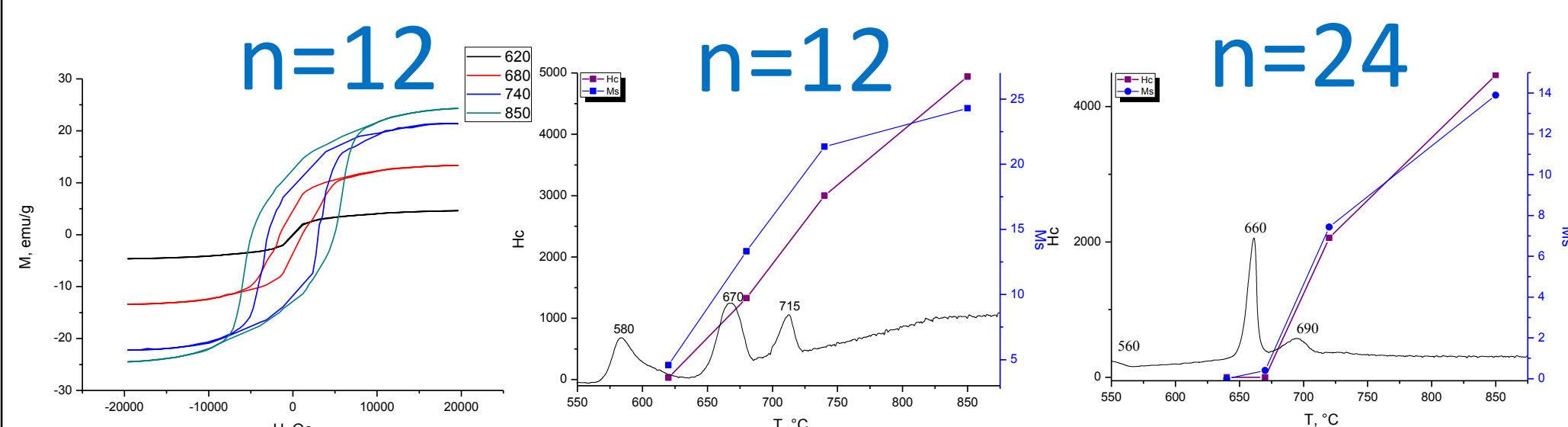
Введение

Для синтеза магнитотвердых ферритов $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$ ($\text{M} = \text{Ba}, \text{Sr}$), как правило, используют кристаллизацию многокомпонентного оксидного стекла из стеклообразующей системы $\text{MO-Fe}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$. Таким путём удается воспроизводимо изготавливать высококачественные однодоменные частицы, разделенные друг от друга немагнитной боратной матрицей. Однако детальное исследование влияния состава стекла и условий термообработки на формирование магнитной фазы к настоящему моменту проведено не было.

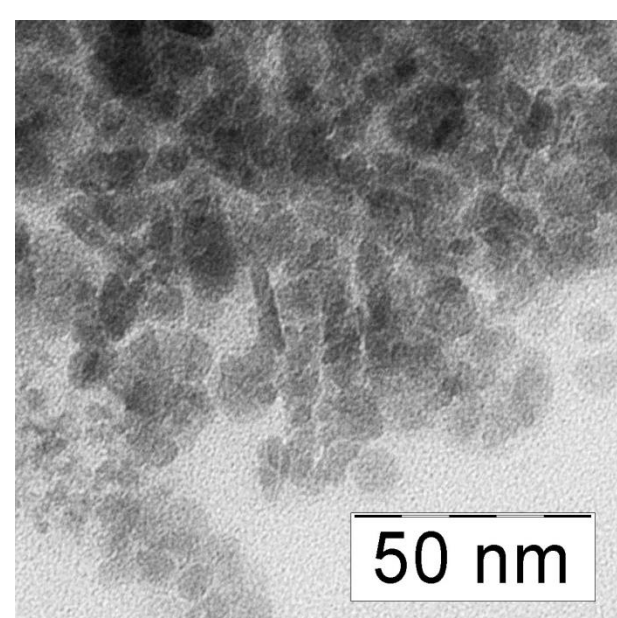
Цель работы: получить частицы $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ путём кристаллизации из стёкол состава $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19} \cdot n\text{SrB}_2\text{O}_4$ ($n = 6, 12, 18, 24$) и исследовать свойства полученных образцов.

Характеризация стекла

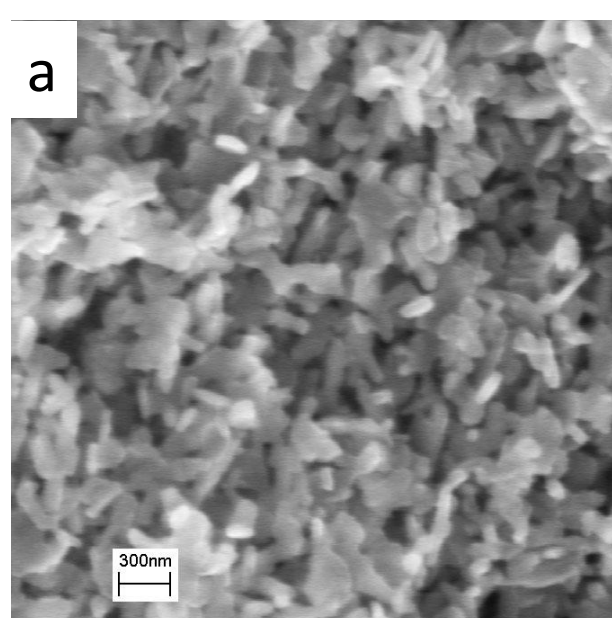
Было показано, что в стёклах составов $n = 6$ и 12 выше температуры стеклования ($T = 570 - 600^\circ\text{C}$) происходит формирование суперпарамагнитных частиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Интенсивный экзотермический пик соответствует объёмной кристаллизации $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ и метастабильной модификации SrB_2O_4 , которая далее ($720 - 750^\circ\text{C}$) переходит в стабильную. При нагреве стёкол составов $n = 18$ и 24 первой кристаллизуется фаза SrB_2O_4 в виде ориентированных игольчатых частиц, разделенных остаточной стеклообразной фазой.



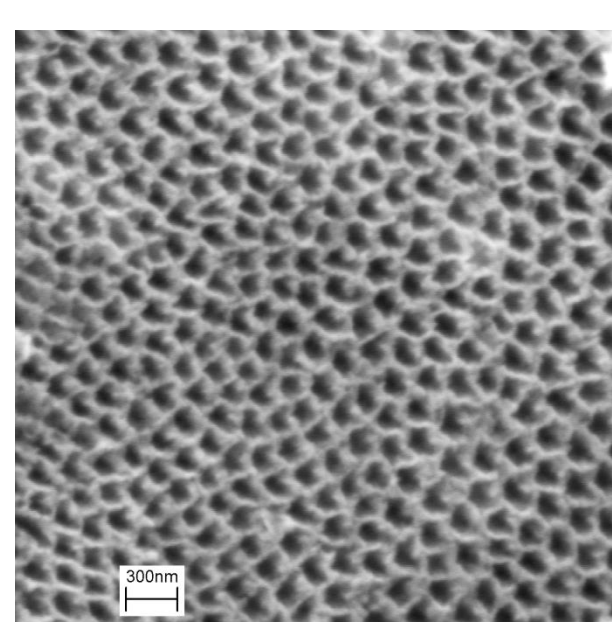
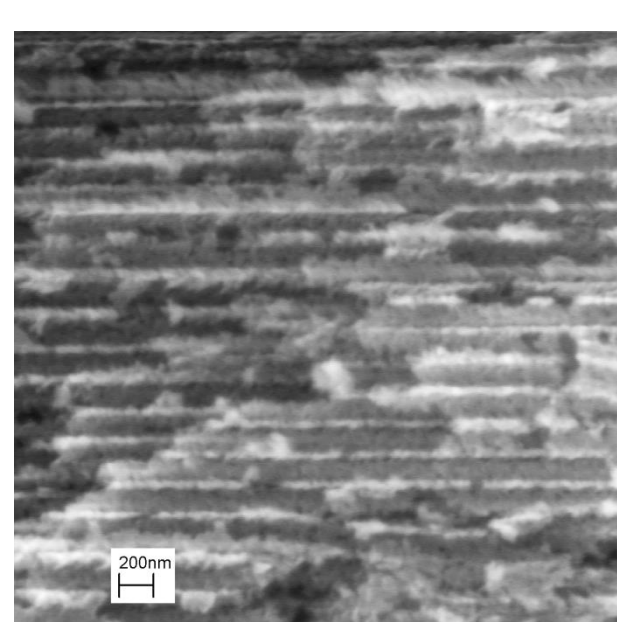
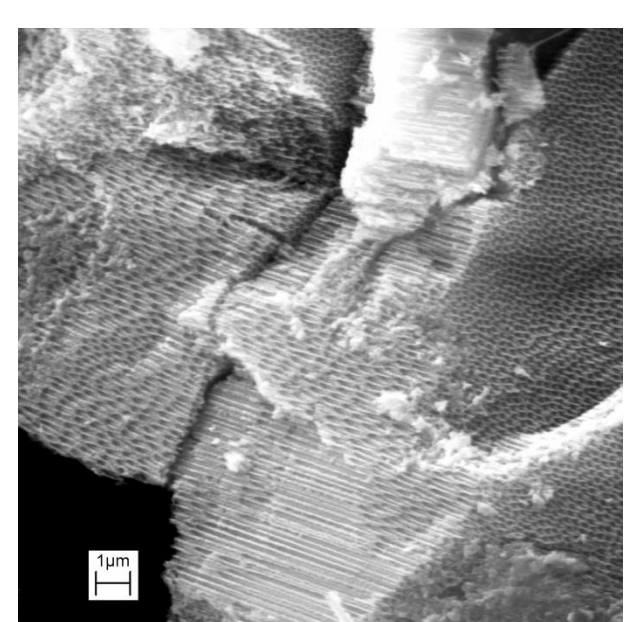
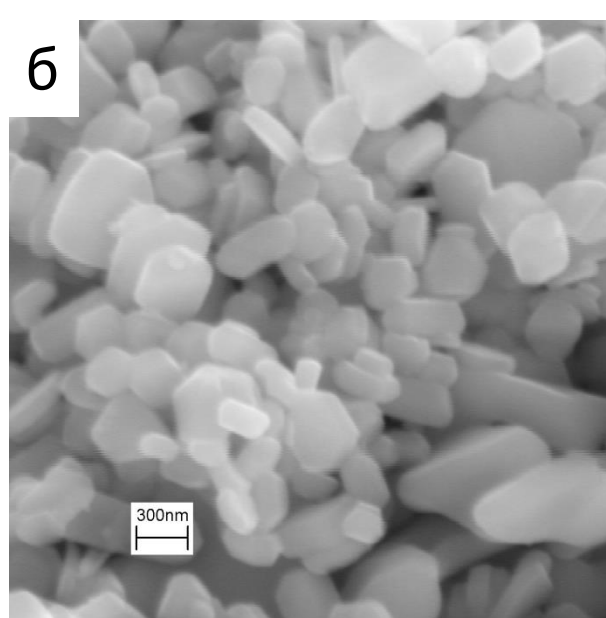
Микроструктура



Суперпарамагнитные частицы ($n = 12$, $T = 620^\circ\text{C}$)



Однодоменные частицы $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$: (a) $n = 24$, $T = 750^\circ\text{C}$; (б) $n = 24$, $T = 900^\circ\text{C}$



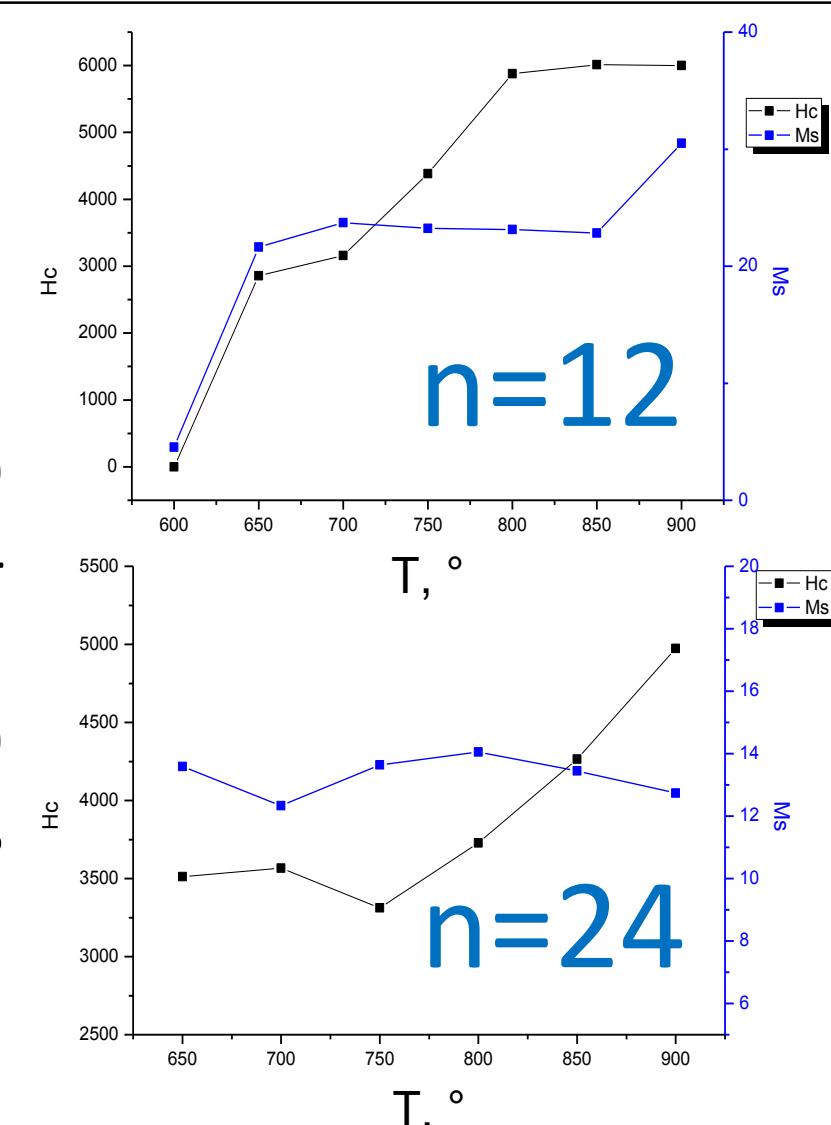
Пористые структуры с параллельными каналами из $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ($n = 24$, $T = 620^\circ\text{C}$)

Синтез образцов

- получение стёкол состава $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19} \cdot n\text{SrB}_2\text{O}_4$ ($n = 6, 12, 18, 24$) методом закалки расплава;
- термическая кристаллизация стекла в двух режимах:
 - При температурах $600\text{--}900^\circ\text{C}$ (с шагом в 50°C) – 2ч
 - С нагревом до температур, соответствующих пикам на графике ДТА

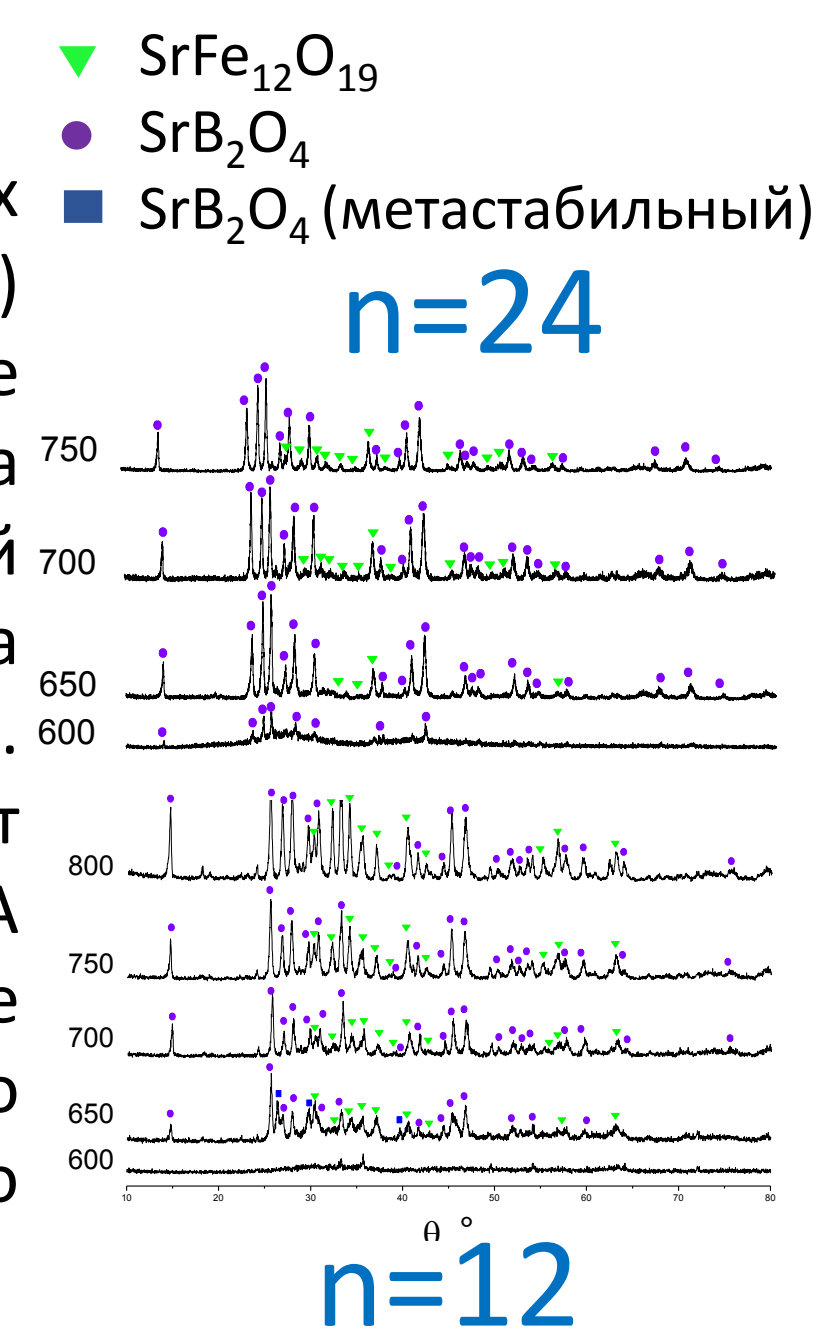
Магнитные свойства

В зависимости от размера пластинчатые наночастицы обладают коэрцитивной силой $2000 - 4500$ Э, а субмикронные частицы – 6000 Э. Коэрцитивная сила каркасных структур составляет $2000 - 3000$ Э. Намагниченность насыщения частиц гексаферрита составляет $55 - 65$ эме/г.



Фазовый состав

На приведённых графиках рентгенофазового анализа (РФА) видно, что с увеличением температуры отжига стеклокерамики содержание в ней $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ увеличивается, а содержание SrB_2O_4 уменьшается. Кроме того, в образцах отсутствуют какие-либо иные фазы. РФА образцов, обработанных при более высоких температурах, качественно отличаются только интенсивностью пиков $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$.



Выводы

- получены стёкла составов $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19} \cdot n\text{SrB}_2\text{O}_4$ ($n = 6, 12, 18, 24$);
- изучены процессы кристаллизации стёкол при температурах $600 - 900^\circ\text{C}$;
- с помощью дифференциального термического анализа были определены интервалы характерных термических процессов: стеклования, кристаллизации и плавления;
- образцы стеклокерамики были исследованы методами рентгенофазового анализа, электронной микроскопии и магнитных измерений;
- получены образцы, содержащие каркасные структуры из $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$.