

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей
I Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

Секция 1
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

УДК 621.762.66.01

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КАЛЬЦИЕВОГО ФЕРРИТА
МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

канд. физ.-мат. наук, доц. Т.Г. КУЗЬМИЧЕВА
(Белгородский государственный национальный
исследовательский университет, Россия)

Ферритовые порошковые материалы имеют широкую область применения. Высокодисперсный кальциевый феррит можно применять как в технике, так и в медицине.

Подбор оптимального сочетания параметров с учетом различной степени их важности позволил произвести сравнение и выбор среди используемых для этого технологий: металлокерамическая, соосаждение из раствора, соосаждение из расплава, кристаллизация из стекла, криохимическая [1].

При изготовлении ферритовой керамики в качестве исходного сырья наиболее часто используют окислы соответствующих металлов. Однако при получении материалов с заданными магнитными свойствами предъявляются более жесткие требования к исходному сырью в отношении его химической чистоты, степени дисперсности и химической активности. Отформованные изделия подвергаются спеканию при температуре 1100–1400 °С в контролируемой газовой среде в течение нескольких часов. В процессе спекания завершаются химические реакции в твердой фазе, устраняется пористость, фиксируется форма изделий. За счет процесса рекристаллизации материал приобретает определенную зернистую структуру, которая существенно влияет на магнитные свойства керамики.

Согласно способу соосаждения из раствора, смешение исходных компонентов происходит в системе воднорастворимых солей железа и бария (хлориды, нитраты и др.). Предварительная термическая обработка соосажденного щелочью продукта проводится при температурах 150–300 °С. Для обезвоживания соосажденного вещества используется распылительная сушка. Затем хорошо промытый водой осадок подвергается высокотемпературной обработке при 650–1000 °С. Данный способ обеспечивает получение порошков ферритовых материалов, состоящего из частиц со средним диаметром 0,05–0,1 мкм, но для синтеза сложных составов замещенных ферритов он малоприменим из-за различия в скорости осаждения исходных компонентов, что приводит к изменению физико-химических условий протекания процессов во времени.

Метод соосаждения из расплава включает в себя подготовку сырья, приготовление шихты из ферритообразующих и флюсовых компонентов, высокотемпературную обработку шихты, охлаждение фритты, отмывку кристаллов феррита от флюса, сушку ферритового порошка. С целью уменьшения размеров микрокристаллов за счет снижения температуры ферритизации от 1250 до 900 °С вместо простых флюсов PbO, PbF₂, SrCl₂, BaCl₂, B₂O₃ используют более сложные композиции флюсов. Относительно низкая температура термообработки шихты свидетельствует о том, что реакция ферритообразования в данном случае происходит в твердой фазе. В этих условиях частички карбо-

натов и / или оксидов бария и железа отделены друг от друга флюсовым компонентом, который препятствует процессам взаимной диффузии между изолированными таким образом взаимодействующими частичками. Это затрудняет разрастание отдельных кристаллитов, что является недостатком метода.

В соответствии с методом кристаллизации из стекла смесь исходных ферритовых и стеклообразующих компонентов (B_2O_3 либо $BaO + B_2O_3$) расплавляют в Pt-Rh-тигле при температуре, превышающей $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кристаллизация ферритов проводится при температурах порядка $800\text{ }^{\circ}\text{C}$, тем самым обеспечивается аморфизация материала за счет быстрого охлаждения расплава. Для отделения кристаллитов от стеклянной матрицы фритту обрабатывают слабым раствором соляной или уксусной кислоты, затем промывают водой и сушат. Отличительная особенность получаемого продукта – высокая дисперсность частиц и узкое распределение их по размерам.

Криохимическая технология. На стадии замораживания будет проводиться распыление раствора, представляющего собой смесь растворов исходных веществ в заданном стехиометрическом соотношении непосредственно в инертный хладагент, и дальнейшая кристаллизация. Для удаления растворителя из криогранулята будет использован метод так называемой сублимационной сушки – процесс перехода растворителя из кристаллического в газообразное состояние, минуя жидкую фазу, для того чтобы свести к минимуму агломерацию сформировавшихся на стадии замораживания частиц продукта. С целью ограничения роста размера частиц температура отжига будет поддерживаться равной $900\text{ }^{\circ}\text{C}$, что является предельно низким значением, обеспечивающим полную ферритизацию состава.

Для оценивания показателей предпочтительности указанных технологий для получения в результате их применения высокодисперсного порошка гексаферрита кальция с оптимальными значениями параметров был использован метод анализа иерархий [2]. Иерархия для выбора оптимальной технологии получения кальциевого феррита с определенными свойствами имеет вид, как на рисунке 1.

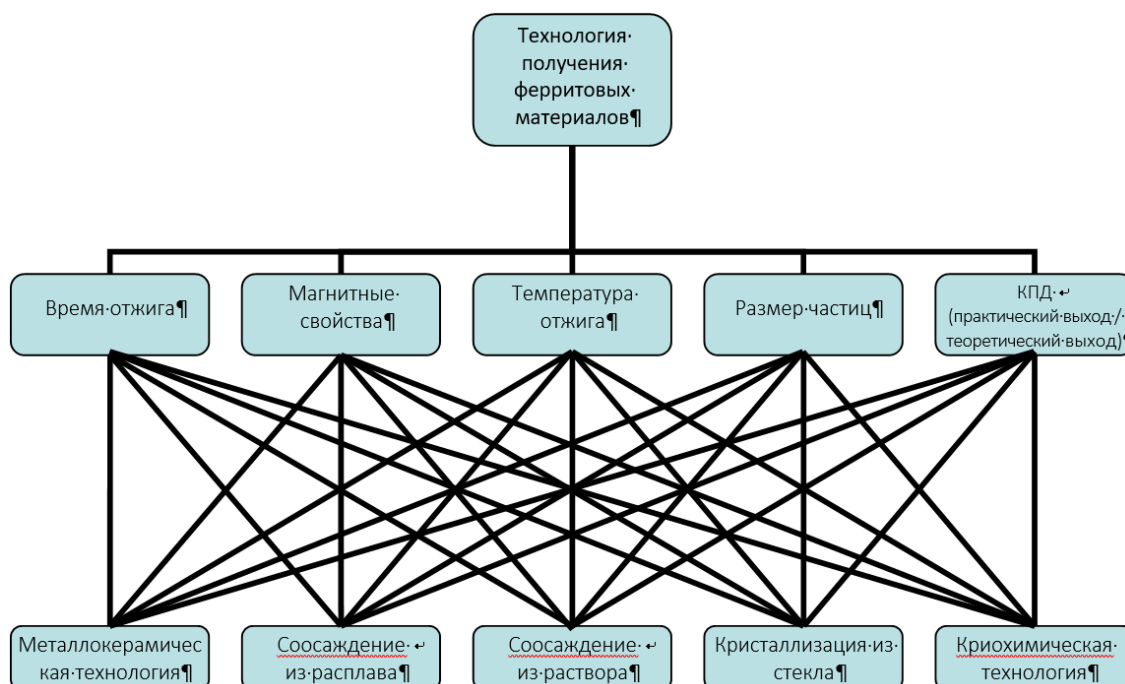


Рисунок 1. - Иерархия для выбора оптимальной технологии получения кальциевого феррита

Вначале произведем парное сравнение критериев (табл. 1, 2) для того чтобы определить, какой из них наиболее важен при выборе технологии получения гексаферрита кальция с определенными желаемыми свойствами.

Таблица 1. – Сравнение критериев по степени их важности для достижения цели

Технология	Время отжига	Магнитные свойства	Температура отжига	Размер частиц	ККПД
Время отжига	1	3	7	1/3	1
Магнитные свойства	1/3	1	5	1/4	11/3
Температура отжига	1/7	1/5	1	1/9	11/7
Размер частиц	3	4	9	1	3
КПД	1	3	7	1/3	1

Локальный вектор приоритетов:

Время отжига 0,210299952481792

Магнитные свойства 0,0960180910104034

Температура отжига 0,0305589091823669

Размер частиц 0,452823094843647

КПД 0,210299952481792

Важность критериев в порядке убывания: размер частиц (45%), время отжига (21%), КПД (21%), магнитные свойства (10%), температура отжига (3%)

Таблица 2. – Сравнение технологий по каждому критерию

Время отжига	Металлокерамическая технология	Соосаждение из расплава	Соосаждение из раствора	Кристаллизация из стекла	Криохимическая технология
Металлокерамическая технология	1	1/6	1/7	1/7	1/9
Соосаждение из расплава	6	1	1/2	1/2	1/4
Соосаждение из раствора	7	2	1	1	1/3
Кристаллизация из стекла	7	2	1	1	1/3
Криохимическая технология	9	4	3	3	1

Локальный вектор приоритетов:

Металлокерамическая технология 0,0298453530637602

Соосаждение из расплава 0,118631751480899

Соосаждение из раствора 0,196424675805989

Кристаллизация из стекла 0,196424675805989

Криохимическая технология 0,458673543843362

Оценка технологий по времени отжига от лучшего к худшему: криохимическая (46%), соосаждение из раствора (20%), кристаллизация из стекла (20%).

Аналогичным образом заполнили матрицы сравнения технологий по остальным критериям. В результате получили: по критерию «Выбор технологии» наилучший результат показали следующие технологии: криохимическая, соосаждение из раствора, кристаллизация из стекла.

На основе проведенных расчетов был получен вектор глобальных приоритетов критериев. Как видно из рисунка 2, наилучший результат показывает криохимическая технология.

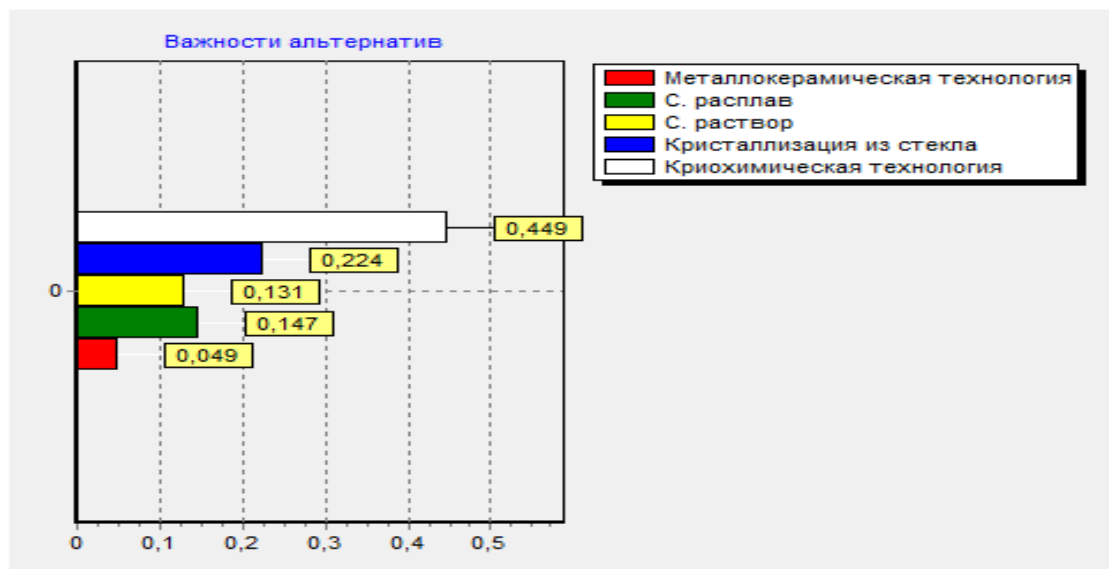


Рисунок 2. – Важности альтернатив

Общая согласованность иерархии – 4% (из максимально допустимых 10–20%).

Таким образом, метод анализа иерархий показывает, что для получения кальциевого гексаферрита предпочтительнее использовать криохимическую технологию.

Литература

1. Magnetic Properties of Nanodispersed Ferrite Powders with Cryochemical Prehistory, K.A. Mozul, L.P. Ol'khovik, E.V. Shurinova, S.V. Blazhevich, S.V., Kuzmicheva T.G. Chernikov, A.S. Kamzin // Physics of the Solid State. 2011.– Vol. 53, No. 11. – P.2284-2289.
2. Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. — М. : Радио и связь, 1989. — 316 с.